LEGUTEC – MECHANISCHE BEIKRAUTREGULIERUNG IM SOJAANBAU IN LUXEMBURG

ZWISCHENBERICHT 2018

Stand / 20. Februar 2019

Ein Projekt des Institut fir biologësch Landwirtschaft an Agrarkultur a.s.b.l., IBLA LUXEMBURG, dem Lycée Technique Agricole Ettelbrück, Geocoptix GmbH und Wolff-Weyland S.A.. Finanziert von der Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte, dem Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural und mit Unterstützung der König-Baudouin-Stiftung und der Nationalen Lotterie sowie durch Sponsoring von Wolff-Weyland S.A. und Piet van Luijk Sàrl.

> Herausgeber / IBLA | 13, rue Gabriel Lippmann, L-5365 Munsbach | www.ibla.lu
> Autoren / Laura Leimbrock-Rosch, Dr. Gilles Rock

Nachhaltige, ressourcenschonende Eiweißproduktion durch mechanische, Herbizid freie Beikrautregulierungstechniken im Körnerleguminosenanbau am Beispiel der Sojabohne

Projektlaufzeit: 10/2017 – 09/2020

Projekt-koordination

IBLA Institut fir Biologësch Landwirtschaft an Agrarkultur Luxemburg a.s.b.l.

Projektpartner

Lycée Technique Agricole

agri-distribution WOLFF-WEYLAND
L-8551 NOERDANGE - 00352 23637-200
www.wowey.eu - info@wowey.eu

GEOCOPTIX

Bio-Betrieb „An Dudel“ Emering, Sprinkange;
Bio-Betrieb Mehlen, Manternach,
Bio-Betrieb François, Hostert

Finanzierung

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural

ŒUVRE Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte

mit Unterstützung der König-Baudouin- Stiftung und der Nationalen Lotterie

Sponsoren

agri-distribution WOLFF-WEYLAND
L-8551 NOERDANGE - 00352 23637-200
www.wowey.eu - info@wowey.eu

PIET VAN LUIJK
Produits agricoles - Aliments bétails

Inhaltsverzeichnis

Danksagung 4

1. Einleitung 5

2. Material und Methoden 6

2.1 Generelles Versuchsdesign 6

2.2 Versuchsdesign 2018 12

3. Projektverlauf 17

3.1 Projektstatus und durchgeführte Maßnahmen 17

3.2 Konferenzteilnahmen und bisherige Veröffentlichungen 19

3.3 Erste Resultate 21

3.3.1 Ertrag, Beikrautbiomasse und Proteingehalte 21

3.3.2 Unbemannte Luftbilderhebung 25

3.3.3 Diskussion 27

4. Perspektive und Zwischenfazit 29

Literatur 32

Anhang 33

Danksagung

Das Projekt wird finanziert von der Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte, dem Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural und mit Unterstützung der König-Baudouin-Stiftung und der Nationalen Lotterie.

Besonderer Dank gilt den Sponsoren des Projektes LeguTec Wolff-Weyland S.A. und Piet van Luijk Sàrl, sowie den teilnehmenden Landwirten Marc und Luc Emering, Alex Mehlen und Patrick François.

Ebenfalls sind wir sehr dankbar für die personelle Unterstützung des technischen Personals der LTA Marc Reinig und Georges Schmit, und deren Spontanität und Flexibilität über das ganze Jahr hinweg.

Weiterhin möchten wir uns recht herzlich bei dem Unternehmen MUELLERKALK DE bedanken, ein Natursteinwerk in Üxheim-Ahütte/Vulkaneifel, durch das der auf den Versuchsflächen notwenige Kalk kostenfrei zur Verfügung gestellt wurde. Auch die Ernte mit dem Mähdrescher auf dem Versuchsstandort Manternach wurde gebührenlos von dem Landwirt Georges Hentges durchgeführt. Für diese Unterstützung bedanken wir uns herzlich.

Nikos Zompolas hat das Projekt fotographisch begleitet und uns die Bilder anschließend zur Verfügung gestellt. Hierfür möchten wir uns ebenfalls sehr herzlich bedanken.

1. Einleitung

Die Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr) gehört zu der Pflanzenfamilie *Leguminosae* und ist eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt (Hahn et al., 2013). Mit einem Proteinanteil von etwa 40 % und einer sehr hohen biologischen Wertigkeit aufgrund einer idealen Aminosäurezusammensetzung ist sie eine der wichtigsten Futtereiweißquellen in der Tierernährung. Besonders für Monogastrier wie Schweine und Geflügel ist der hohe Gehalt an den beiden essentiellen Aminosäuren Lysin und Methionin in der Bohne wesentlich (Bernet et al. 2016). Als Eiweißpflanze bringt die Sojabohne eine Vielzahl an positiven Eigenschaften für den Einsatz in der Landwirtschaft mit sich: Der Anbau von Soja erweitert und lockert die Fruchtfolge, erhöht die Agrobiodiversität, führt durch die Fähigkeit zur Stickstoff-Fixierung zu einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und trägt somit zu einer Einsparung von Stickstoffdünger bei (Köpke et al., 2010; Nemecek et al., 2008).

Als eines unter den 14 Ländern, welche in dem letzten Jahr die Europäischen Soja-Erklärung (2017) unterzeichnet haben, macht es sich Luxemburg zu dem Ziel, den regionalen Anbau von Sojabohnen und weiteren Eiweißpflanzen zu fördern. Ausschlaggebend dafür ist die derzeitige Abhängigkeit von Importen aus überwiegend Nord- und Südamerika. Weit mehr als 60 % der benötigten Menge an Soja wird importiert (Bernet et al. 2016), womit diverse ökologische und soziale Probleme einhergehen (Beste et al. 2011). Durch den großflächigen Anbau von Soja als Monokultur in den Produktionsländern und den einhergehenden intensiven Gebrauch von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln, insbesondere Glyphosat im konventionellen Anbau, kommt es zu einem starken Verlust der Biodiversität sowie zu Bodenerosion und zudem zu gesundheitlichen Gefahren für die Bevölkerung. Die weltweit große Nachfrage nach Sojaschrot für die Tierfutterproduktion führt zudem zu einem starken Flächendruck, bei dem Regenwälder abgeholzt werden um Platz für Sojaanbauflächen zu schaffen, was wiederum zu einem Verlust an Biodiversität führt. Auch besteht das Risiko der Vermischung mit GMO-Soja und die langen Transportwege beeinflussen die CO_2-Emissionen negativ.

In Zeiten des Klimawandels, der weitverbreiteten Degradation unserer natürlichen Ressourcen und immer öfter auftretenden degenerativen Krankheiten müssen Alternativen zu diesen Praktiken aufgezeigt werden. Ein Lösungsansatz ist die nachhaltige Fleischproduktion v.a. bei Monogastrier zusammenhängend mit einer Erhöhung der Futterautarkie der regionalen Betriebe. Durch den heimischen, pestizidfreien Körnerleguminosenanbau kann zumindest ein Teil des Proteinbedarfs für die Tierproduktion gedeckt und somit die Abhängigkeit vom Importsoja und die einhergehenden negativen Umwelt- und Sozialeinflüsse reduziert werden und damit einen Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

Dank neuen Züchtungen wächst die Sojabohne längst nicht mehr in nur wärmeoptimalen Lagen, was eine Chance für die Steigerung der Eiweißautarkie in Luxemburg darstellt. Der Anbau der Sojabohne ist jedoch anspruchsvoll und neben der derzeitig noch nicht gewährleisteten Weiterverarbeitung in Luxemburg gibt es vor allem Wissenslücken im effizienten, nachhaltigen Beikrautmanagement (Zimmer et al., 2016). Ziel des Projektes ist es herauszufinden und aufzuzeigen, welcher der ausgewählten maschinellen Einsätze die effektivste Beikrautregulierung mit sich bringt, unter der Berücksichtigung von Beikrautdeckung, Pflanzenverlusten, Biomasse der Kultur und der Beikräuter über die Vegetationsperiode hinweg sowie des Ertrags und Rohproteingehalts. Langfristig gesehen sollen somit die existierenden Anbauhemmnisse überwunden und regional stabile Erträge im Sojaanbau gewährleistet werden können. Mit einer mechanischen und nicht chemischen Beikrautregulierung wird der Einsatz von Glyphosat ausgeschlossen, was wiederum einen positiven Einfluss auf die Gewässer und Biodiversität auf landwirtschaftlichen Flächen hat. Wasserschutz und Umweltschutz spielen demnach eine wichtige Rolle in dem Projekt LeguTec.

Das Projekt LeguTec ist ein Gemeinschaftsprojekt zwischen den Partnern Institut fir Biologësch Landwirtschaft an Agrarkultur Luxemburg a.s.b.l. (IBLA), Lycée Technique Agricole (LTA), Geocoptix GmbH und Wolff-Weyland S.A..

Finanziert wird das dreijährige Projekt von der Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte und dem Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural und unterstützt durch Sponsoring von Wolff-Weyland S.A.. Zwei weitere Geldgeber, die König-Baudouin-Stiftung und die Nationalen Lotterie sowie Piet van Luijk Sàrl, sind Anfang des Jahres 2018 hinzugekommen und unterstützen das Projekt weiter mit Sachmitteln und Sponsoring.

2. Material und Methoden

2.1 Generelles Versuchsdesign

Das Versuchsdesign des Projektes LeguTec umfasst in zwei aufeinanderfolgenden Anbaujahren (2018 und 2019) einen 1-faktoriellen Exaktversuch auf drei landwirtschaftlichen Flächen verteilt in Luxemburg, sowie zusätzlich einen On-Farm Streifenversuch auf dem Versuchsstandort des Lycée Technique Agricole (LTA) in Bettendorf. Als Versuchsstandorte wurden die folgenden drei Bio-Betriebe ausgewählt: Bio-Betrieb Patrick François in Hostert, Bio-Betrieb Alex Mehlen in Manternach und auf dem Bio-Betrieb An Dudel von Marc Emering in Sprinkange (s. Abbildung 1).

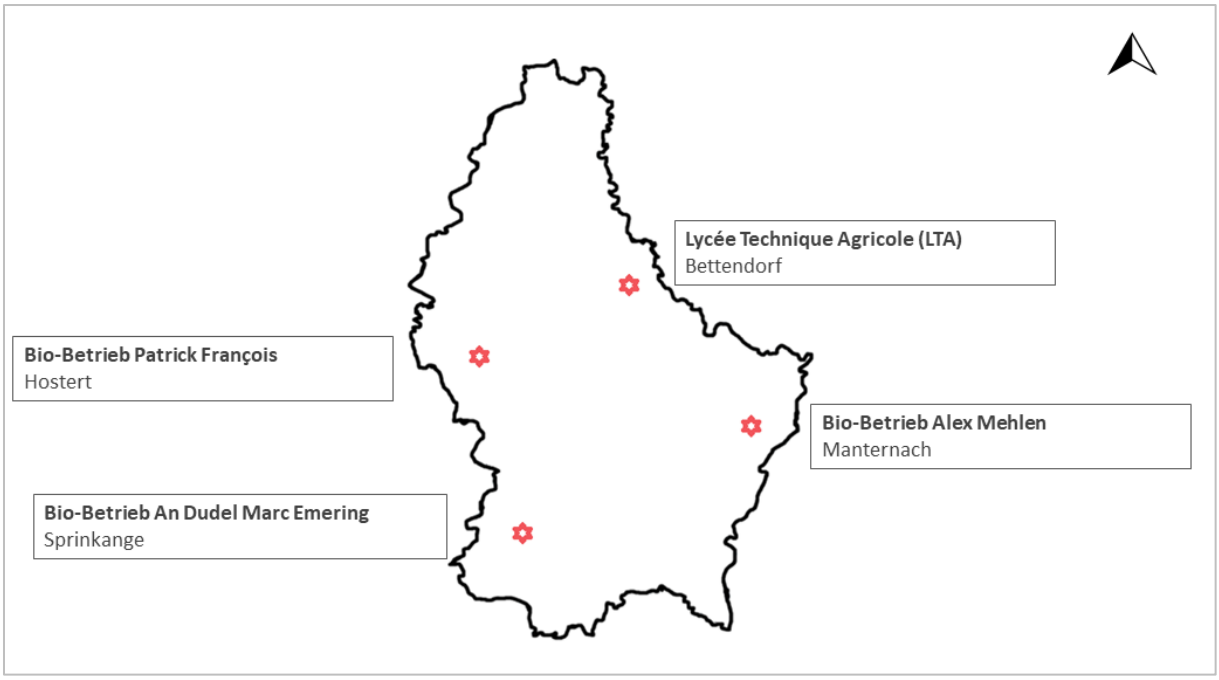


Abbildung 1: Lage der Versuchsflächen in Luxemburg.

Die drei Exaktversuche sind als eine randomisierte vollständige Blockanlage angelegt. Es werden jeweils fünf verschiedene Breikrautregulierungsmethoden geprüft in vierfacher Wiederholung. Dabei werden die folgenden Varianten berücksichtigt a) Striegel, b) Hacken zwischen den Reihen, c) Hacken zwischen und in den Reihen, d) Kombination aus Striegel und Hacke und e) Mischkultur Soja/Leindotter. Zudem werden als Referenzwert eine positive Kontrolle angelegt, in welcher die Parzellen manuell beikrautfrei gehalten werden um den „Best Case“ darzustellen, und eine negative Kontrolle, in der keine Beikrautregulierung erfolgt um den „Worst Case“ darzustellen (s. Abbildung 2).

Der Striegeleinsatz erfolgt mit dem Gerät des jeweiligen Landwirtes, wobei die Gerätebreite einheitlich bei 6 m liegt. Der Hackeinsatz erfolgt mit einer Hacktechnik des Hersteller Hatzenbichler, welche Gänsefußschare mit dem Anbauelement Fingerhacken umfasst. Die drei Meter breite Hackmaschine wird durch das Landtechnik-Unternehmen Wolff-Weyland S.A., zur Verfügung gestellt. Die 24-reihige mechanische Sämaschine des Herstellers Amazone wird ebenfalls durch Wolff-Weyland S.A. bereitgestellt. Die Durchführung der Aussaat, Ernte sowie die Bedienung der Hackmaschine erfolgt in Zusammenarbeit mit dem technischen Personal der LTA. Die Zeitpunkte zur Beikrautregulierung werden bestmöglich nach praxisüblichen Kriterien wie Witterung und Pflanzenentwicklung festgelegt.

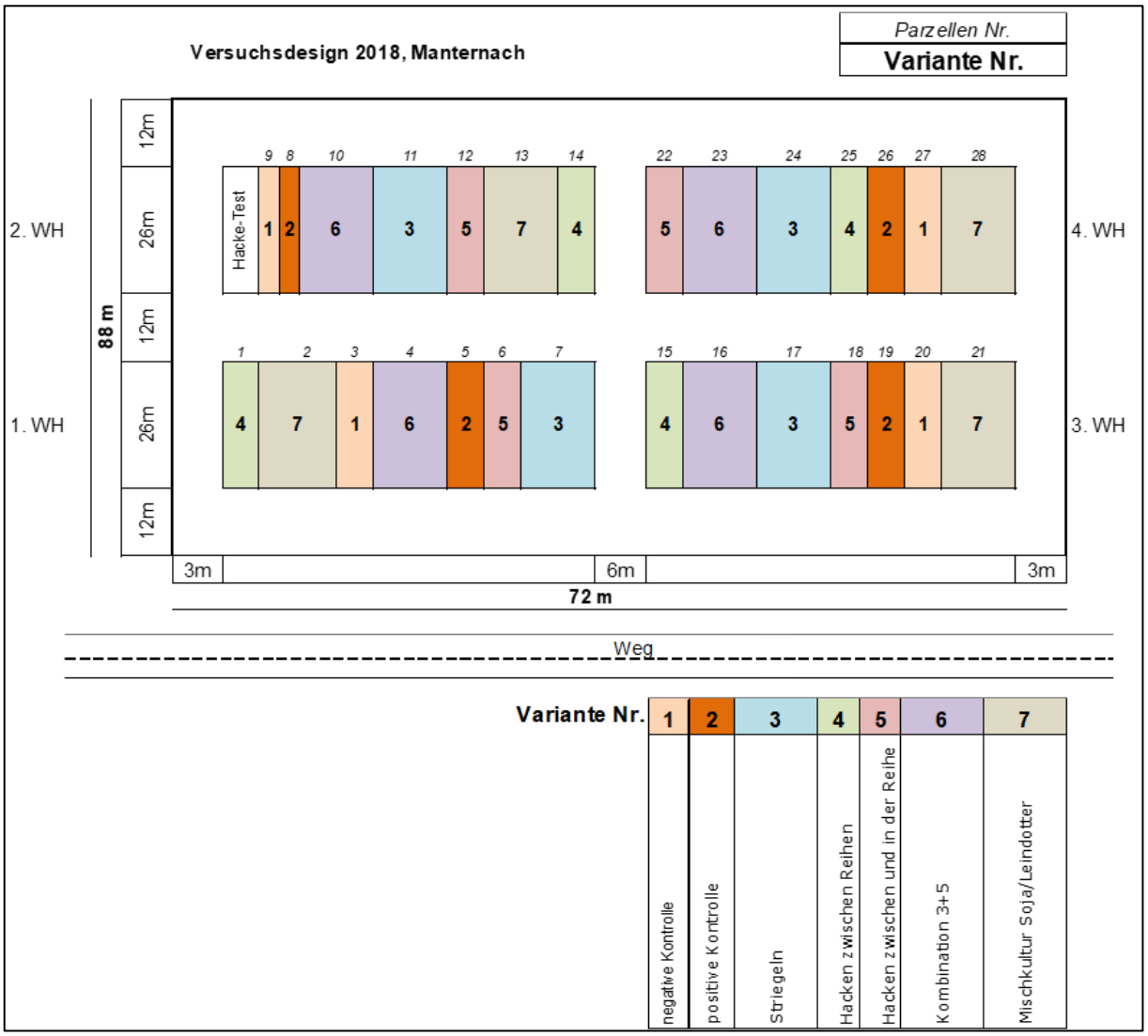


Abbildung 2: Beispielhaftes Versuchsdesign des Exaktversuches im Projekt LeguTec mit Übersicht der sieben Varianten.

Während der Vegetationsperiode wird das Aufkommen und die Regulierung des Beikrauts (Regulierungserfolg) durch die verschiedenen Beikrautregulierungsmethoden genauestens erfasst und dokumentiert, sowohl per Hand als auch per Luftbilder durch den Projektpartner Geocoptix GmbH. Kulturpflanzenschänden, Gesundheit der Pflanzen und Arbeitsaufwand der einzelnen maschinellen Durchgänge werden notiert. Zur Ernte erfolgte die Ermittlung der Erträge und der Ertragsstrukturen und anschließend die Proteinerträge.

Eine Übersicht über die Erhebungen und Bonituren welche im gesamten Vegetationsverlauf in beiden Untersuchungsjahren erhoben werden sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Übersicht über die Erhebungen und Bonituren im Projekt LeguTec.

Zeitpunkt	**Art der Aufnahme/Bonitur**
Saat	Bodenprobe (Grundanlayse plus N_{min})
Aufgang	Anzahl der Pflanzen auf dem laufenden Meter
vor- und nach jeder Regulierungsmaßnahme	• Pflanzenzahl und Verzweigung • Pflanzen- und Beikrautdeckung • Anzahl und Art der Beikräuter • Arbeitszeit je Durchgang und Gerät • Kulturschäden (nach Vanhala et al., 2004) • Biomasse Pflanze und Beikraut (vor der ersten Maßnahme) [g/m²]
Blüte	• Chlorophyllgehalt (gemessen mit SPAD) • Gesundheit der Kultur • Bestandeshöhe [cm] • Pflanzen- und Beikrautdeckung [%] • Anzahl und Art der Beikräuter • Biomasse Pflanze und Beikraut [g/m²]
Ernte	• Pflanzenzahl und Verzweigung • Pflanzen- und Beikrautdeckung [%] • Anzahl und Art der Beikräuter • Biomasse Pflanze und Beikraut [g/m²] • Bestandeshöhe [cm] • Ertrag [dt/ha] und Ertragsstruktur • Feuchte [%], Tausendkorngewicht [g], Hektolitergewicht [kg/hl] des Ernteguts • Proteingehalt des Ernteguts [%] • Bodenprobe (Grundanlayse plus N_{min})

Die einzelnen Erhebungen und Bonituren finden in vordefinierten Bereichen einer jeden Parzelle statt. So werden je Parzelle 9 fixe Subparzellen mit einer Fläche von 1 m² sowie eine 12 m² große Ernteparzelle abgesteckt um Erhebungen über den Vegetationsverlauf an derselben Position zu gewährleisten. In Abbildung 3 ist die Unterteilung der Parzelle beispielhaft für die Varianten 4 und 5 dargestellt.

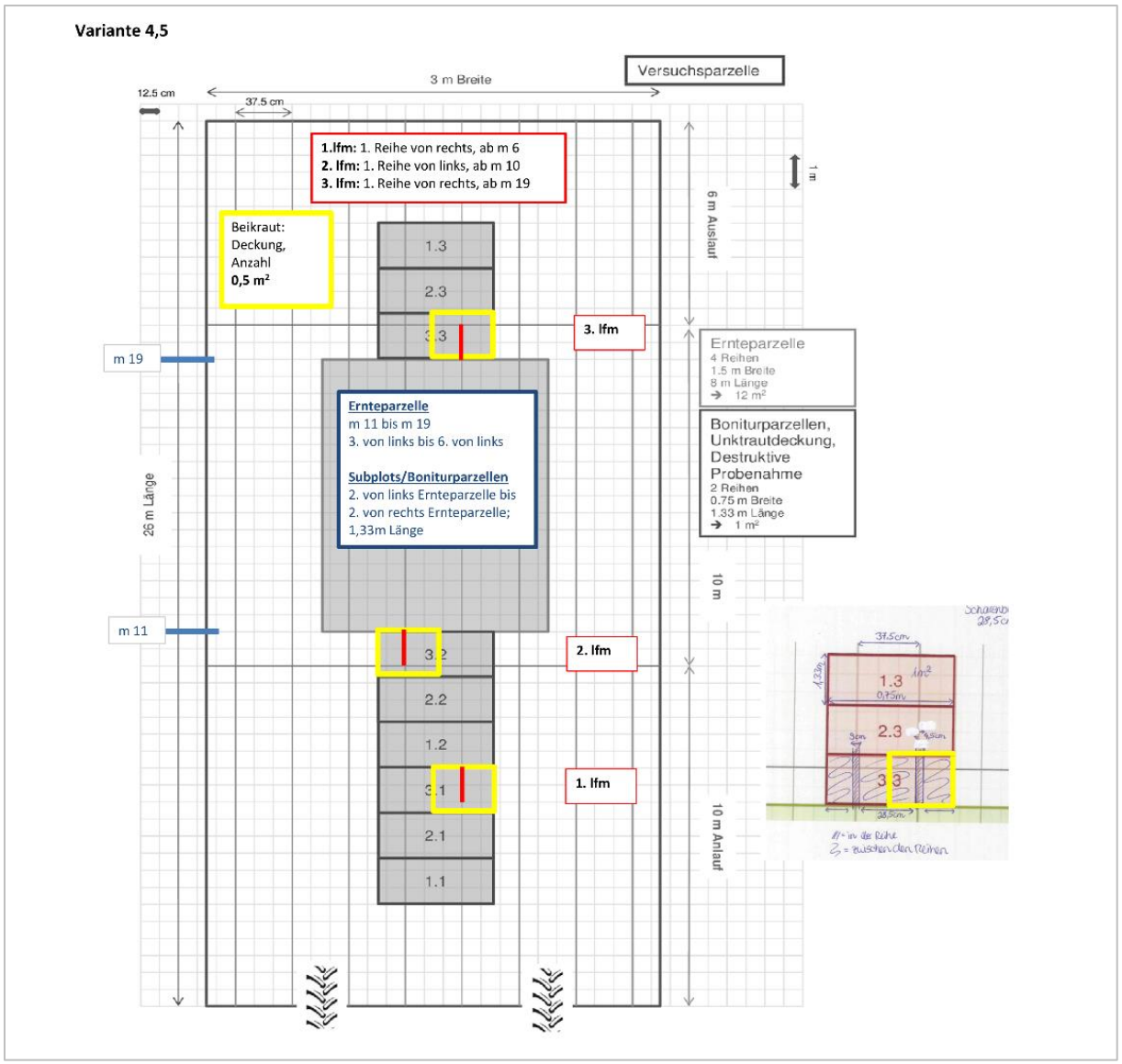


Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung der Unterteilung einer jeden Parzelle in ihre Subparzellen sowie die Ernteparzelle.

In drei der Subparzellen (3.1, 3.2, 3.3) werden zu den unterschiedlichen Zeitpunkten mit Hilfe eines Boniturrahmens (s. Abbildung 4) der Größe 0,5 m² die Deckung (angegeben in %) und die Beikrautarten bestimmt. Die Anzahl der Sojapflanzen werden ebenfalls in diesen Subplots je laufenden Meter gezählt. Die destruktive Probenahme der Biomasse erfolgt in den restlichen Subparzellen.

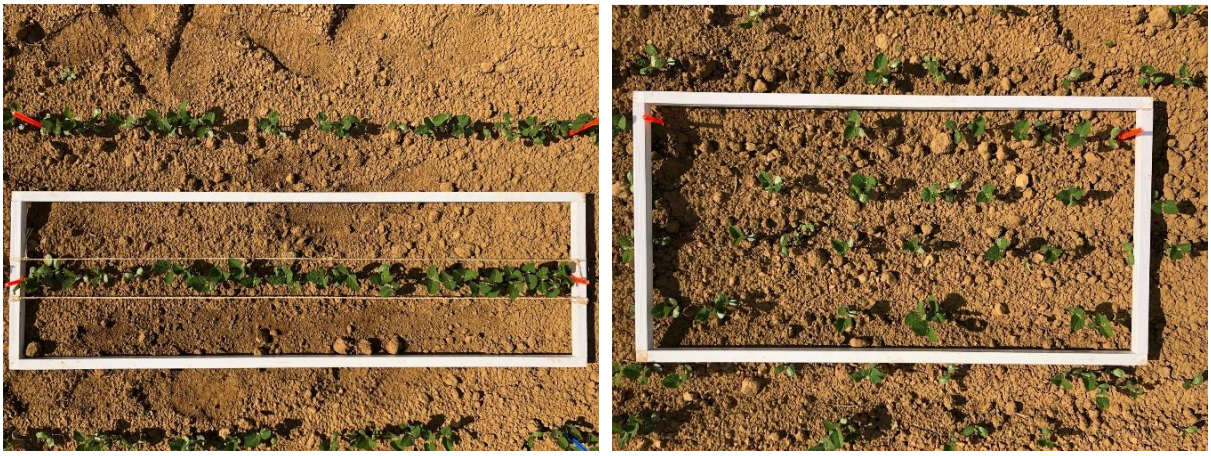


Abbildung 4: Boniturrahmen für die reihenabhängigen Varianten (links) und die reihenunabhängigen Varianten (rechts).

Innerhalb von 1-3 Tagen nach der Beikrautregulierungsmaßnahme erfolgt die Bonitur „Nach". Hierbei wird zusätzlich zu den ebenfalls schon vorher bestimmten Parametern die Sojapflanze auf etwaige Schäden durch die mechanische Bearbeitung untersucht. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe der Skala nach Vanhala et al., 2004 mit einer Skala von 1-100 %.

Der Chlorophyllgehalt wird zur Blüte mit Hilfe des *SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter* ermittelt. Hierzu werden 10 Messungen innerhalb einer Subparzelle gemittelt. Je Parzelle wird der mittlere SPAD Wert in den drei Subparzellen bestimmt.

Vor und nach jeder Beikrautregulierungsmaßnahme, sowie zur Blüte und zur Ernte werden die Bonituren von Hand durch drohnengestützte Luftbildaufnahmen ergänzt. Der Projektpartner Geocoptix GmbH überfliegt das jeweilige Versuchsfeld mittels unbemannten Flugsystemen. Ziel ist es hierbei, eine Beikrautdetektion und -quantifizierung vor und nach der jeweiligen mechanischen Beikrautregulierung durchzuführen und die Effizienz der jeweiligen Bearbeitungsmethode zu bestimmen. Des Weiteren sollen eventuelle Stresssymptome, die durch eine Beschädigung der Sojapflanzen auftreten identifiziert werden. Zu diesem Zweck kamen unterschiedliche Flug- und Kamerasysteme zum Einsatz: Zum einen eine Micasense RedEdge-M, einen Multispektralkamera, welche 5 Kanäle im optisch reflektiven Spektralbereich erfasst (B-G-R-RE-NIR). Als Flugsystem diente eine kleiner Quadrokopter (DJI Phantom 4 Pro) mit einem Gesamtgewicht von 2,2 kg. Zum anderen wurde eine hochsensible Thermalkamera (TeAx ThermalCapture Fusion Zoom) an einem DJI S900 eingesetzt. Bei beiden Flugsystemen werden die Versuchsfelder in einem Schachbrettmuster überflogen und in regelmäßigen Abständen Aufnahmen erhoben.

Der erste Bearbeitungsschritt nach der Bilddatenerhebung besteht in der radiometrischen Kalibrierung der Luftbilder. Diese korrigiert den Einfluss der Atmosphäre und des Sonnenstandes auf die Bilder und erlaubt den Vergleich von Bilddaten, welche an unterschiedlichen Zeitpunkten

aufgenommen wurden. Nach der radiometrischen Korrektur werden die Bilder einer photogrammetrischen Auswertung unterzogen und verzerrungsfreie Orthomosaike berechnet.

Der On-Farm Streifenversuch in Bettendorf umfasst als Varianten a) Striegel, b) Hacken zwischen den Reihen, c) Hacken zwischen und in den Reihen, d) Kombination aus Striegel und Hacke sowie e) chemischer Pflanzenschutz. Diese Fläche wird durch die Schüler des LTA unter Absprache mit dem Lehrpersonal eigenständig bewirtschaftet und dient somit zu Lehr- und Demonstrationszwecken. Im On-Farm Versuch werden die Ernteparameter Ertrag, Feuchte, Tausendkorngewicht sowie Hektolitergewicht erhoben.

2.2 Versuchsdesign 2018

Die Flächenwahl auf den drei Bio-Betrieben in Luxemburg erfolgte bereits im Jahr 2017 unter Berücksichtigung der Kriterien, dass die Kultur in die Fruchtfolge passt und die Lage des Versuchsfeldes relativ homogen mit so wenig Gefälle wie möglich ist. Basierend auf den entnommenen Bodenproben wurde entschieden, die Flächen zu Kalken und mit Phosphor zu düngen um ideale Bedingungen für die Sojapflanze zu schaffen, welche ihren optimalen Wuchsbereich bei einem pH-Wert im schwach sauren bis neutralen Wuchsbereich (pH 6,5 – 7) aufweist (Recknagel, et al., 2018). Als Phosphorgehalt im Boden ist eine Zielgröße von 10-12 mg/100 g trockener Boden anzustreben um dem Phosphorentzug von etwa 1,5 kg/dt Sojabohnen entgegenzuwirken (Hahn et al., 2013). Der Kalk (Kohlensaurer Kalk 95, trocken) wurde von der Firma MUELLERKALK DE zur Verfügung gestellt. Die Grundbodenbearbeitung, die erforderliche Düngung sowie die Saatbettbereitung und das Anlegen eines Falschen Saatbettes erfolgte nach Absprache mit dem IBLA durch den jeweiligen Landwirt. Eine Übersicht über die Flächen aus dem Jahre 2018, die Charakteristiken sowie die Daten zu den bereits erfolgten maschinellen Einsätzen, den Boniturzeitpunkten sowie weitere wichtige Kennzahlen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Kennzahlen der Versuchsstandorte im Projekt LeguTec sowie Daten der erfolgten Arbeitsschritte. In Klammern ist das Entwicklungsstadium der Sojapflanze mit Hilfe der BBCH Skala nach Munger et al., 1997 angegeben.

LeguTec		Manternach (Mehlen)	Hostert (Francois)	Sprinkange (Emering)	Bettendorf (LTA)
Versuchs-standort	**Versuchsjahr**	**2018**			
	FLIK Number	P0158691	P0761342, Schlag 2	P0915621	P0893423
	Grösse Versuchsfeld (ha)	0.69	0.74	0.69	1.05
	m ü NN	281	464	336	188
	Ø-Temp (°C)	10.7	9.1	9.7	9.7
	Ø-Niederschlag ∑ (mm)	688.4	920.9	681.2	849
	CHU	2972	2708.8	2647.6	2740.3
	Bodentyp	Sandig-tonige Braunerde aus Dolomit	Steinig-lehmige und steinig-tonige Braunerden und Parabraunerden mit quarzitischen Geröllen	Tonige Braunerde aus Macigno	Talboden
	Bodenparameter				
	Aufnahmedatum	Sep.16	Feb.18	Nov.17	Jan.18
	pH (CaCl2)	6.1	5.3	6.3	7.4
	K_2O	14	23	14	12.5
	P_2O_5	8	11	6	15.5
	MgO	20	13	10	24
	Na		1	1	1
	Vorfrucht	Triticale	Winterweizen	Dinkel	Wintergetreide
	Zwischenfrucht		Sonnenblume	Sommerhafer	
Grundboden-bearbeitung	**Pflug**	21.02.	26.03.	24.02.	20.03.
Düngung und Falsches Saatbett	**Kalkung Datum**	12.04. (Federzahn)	06.04. (Kreiselegge)	23.04. (Federzahn)	-
	Kalk Menge (kg)	800	1500	800	-
	Phosphor Datum	12.04. (Federzahn)	13.04. (Striegel)	23.04. (Federzahn)	11.04.
	Phosphor Menge (kg)	120	80	160	100
Aussaat	**Falsches Saatbett**	12.04.	13.04.	(23.04.) 15.05. (Federzahn)	13.04.
	Impfung + Saat	23.04.	24.04.	(26.04.) 17.05.	20.04.
	Impfmittel	Biodoz Soja			
	Saatstärke (K/m^2)	65			
	Saat Leindotter	18.05. (BBCH 11)	27.05. (BBCH 11)	27.06. (BBCH 13)	-
	Leindotter Saatmenge (kg/ha)	5.8	4.9	3.6	-
Mechanische Beikraut-regulierung	**Blindstriegeln**	27.04. (BBCH 05)	28.04. (BBCH 05)	21.05. (BBCH 05)	-
	Striegeln 1	18.05. (BBCH 11)	25.05. (Wdh 1u.2), 27.05. (Wdh 3u.4) (BBCH 11)	25.06. (nur Var. 7) (BBCH 13)	09.05.
	Hacken 1			22.06. (BBCH 13)	
Bonituren, Drohne	**Bonitur, Überflug 1 VOR**	18.05. (BBCH 11)	25.05. (BBCH 11)	20.06. (BBCH 13)	-
	Biomasse 1	18.05. (BBCH 11)	26.05. (BBCH 11)	22.06. (BBCH 13)	-
	Bonitur, Überflug 1 NACH	19.05. (BBCH 11)	28.05. (BBCH 11-12)	25.06., 27.06. (Var.7) (BBCH 13)	-
	Bonitur Blüte	14.06., 15.06. (BBCH 65)	03.07., 04.07., 05.07. (BBCH 69)	12.07., 13.07. (BBCH 65)	-
	Biomasse 2 (Blüte)	15.06. (BBCH 65)	09.07., 10.07., 11.07. (BBCH 70, 71)	16.07. (BBCH 65)	-
	SPAD Messung, Überflug Blüte	15.06. (BBCH 65)	09.07. (BBCH 70)	13.07. (BBCH 65)	-
	Bestandeshöhe Blüte	14.06. (BBCH 65)	06.07. (BBCH 69)	13.07. (BBCH 65)	-
	Biomasse 3	23.08. (BBCH 65)	31.08. (BBCH 97)	13.09. (BBCH 97)	-
	Bonitur, Überflug Ernte	22.08. (BBCH 97)	29.08. (BBCH 97)	12.09. (BBCH 97)	-
Ernte	**Erntedatum**	24.08. (BBCH 99)	04.09. (BBCH 97)	17.09. (BBCH 97)	12.09. (BBCH 99)

Dank der warmen und konstanten Witterung von März bis April, konnte die Saat bereits, für unsere Regionen verhältnismäßig früh, Mitte April erfolgen. Auf dem Standort Sprinkange musste die Saat jedoch einen Monat später erneut stattfinden, da nach dem Auflaufen sichtbar wurde, dass die Aussaat nicht homogen erfolgte, was auf ein Problem der Drillmaschine zurückzuführen war.

Die Sortenwahl fiel nach Absprache mit Experten auf die über die letzten Jahre ertragsstabile Sorte Merlin der Reifegruppe 000 (sehr frühreif), um die Wahrscheinlichkeit einer sicheren Abreife zu erhöhen (Recknagel, et al., 2018). Bereits in vorherigen Versuchen in Luxemburg hatte

sich Merlin als Sorte bewährt. Mit einer Saatstärke von 65 keimfähige Körner/m^2 und einer vorherig durchgeführten notwenigen Impfung mit dem Impfmittel BIODOZ Soja des Herstellers DeSangosse wurde die Sojabohne mit der 24-reihigen Sämaschine von Amazone in 4 cm Tiefe abgelegt (s. Abbildung 5). Wegen der unterschiedlichen mechanischen Beikrautregulierungstechniken ist der Reihenabstand der Sojapflanzen variantenabhängig mit 12,5 cm für die Varianten 1, 2, 3 und 7 bzw. 37,5 cm für die Varianten 4, 5 und 6 (s. Abbildung 2).

Abbildung 5: Impfung des Soja-Saatguts (links, Foto: IBLA), Ansicht der Saat in Sprinkange von oben (Mitte, Foto: Serge Heuschling) und Blindstriegeln in Sprinkange (rechts, Foto: IBLA)

Die mechanische Beikrautregulierung begann auf allen Standorten mit einem Striegeldurchgang, mit dem sogenannten Blindstriegeln, in einem Zeitfenster von bis zu 3 Tagen nach der Saat in allen Striegelvarianten (s. Abbildung 5). Da die Sojapflanzen langsam auflaufen und eine langsame Jugendentwicklung aufweisen, können schon gekeimte Samenbeikräuter auf diese Weise freigelegt oder verschüttet werden (Bernert, 2016). Sobald das erste Laubblattpaar voll entwickelt ist, kann die Kultur erstmals mit leichtem Zinkendruck gestriegelt bzw. gehackt werden (s. Abbildung 6). Durch den geringen Beikrautdruck auf dem Standort Manternach, wurde auf den Einsatz der Gänsefußschare zu diesem Zeitpunkt verzichtet und nur die Scharhacke benutzt, da die Gefahr der Beschädigung der Pflanzen höher war als der zu erwartende Nutzen. Auf dem Versuchsstandort Hostert hingegen, kam direkt die Fingerhacke in Kombination mit den Gänsefußscharen zum Einsatz, da hier ein überdurchschnittlicher Beikrautdruck schon von Beginn an vorzufinden war (s. Tabelle 3). Auf Grund eines Regenereignisses war das Versuchsfeld in Sprinkange zu diesem Entwicklungsstadium der Sojapflanze nicht befahrbar und der Zeitpunkt zur Beikrautregulierung musste nach hinten verschoben werden. Da sich die Kultur bereits im BBCH-Stadium 13 befunden hat, wurde sich gegen einen Striegeldurchgang in der Variante 3 entschieden. Lediglich in der Variante 7 kam der Striegel zum Einsatz, da hier Leindotter gesät und mit eingestriegelt werden musste.

Tabelle 3: Durchgeführte Regulierungsmaßnahmen in den einzelnen Varianten auf den drei Versuchsflächen.

	2018	Manternach							Hostert							Sprinkange						
	Variante / Methode	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1. Termin	**Blindstriegeln**			x			x	x			x			x	x			x			x	x
2. Termin	**Striegel**			x				x			x				x							x
	Gänsefußschare				x	x	x					x	x	x					x	x	x	
	Fingerhacke												x	x						x	x	

Auf allen Flächen wurde sich in der Kombinationsvariante (Variante 6) gegen den Einsatz des Striegels, aber für den Einsatz der Hacke entschieden, da dieser sichtbar die effektivere Variante zu sein schien.

Auf dem Standort Manternach blieb der Beikrautdruck auch nach dem Striegel- und Hackeinsatz gering und die Kultur schloss relativ schnell die Reihen, sodass auf einen weiteren mechanischen Einsatz verzichtete wurde. Da in Sprinkange der Durchgang schon zeitlich spät erfolgte, war hier ebenfalls kein weiterer Durchgang möglich. In Hostert schlossen sich ebenfalls die Reihen relativ schnell und zudem ließ die Witterung es nicht zu, einen erneuten maschinellen Einsatz vor der Blüte in Anspruch zu nehmen, was gerade auf diesem, Beikraut-starken Standort von Vorteil gewesen wäre.

Abbildung 6: Beikrautregulierung mit dem Striegel (links), der Scharhacke (Mitte) und den Fingerhacken (rechts).

Ab Juni standen die Sojapflanzen dann in voller Blüte und die nächsten Bonituren wurden durchgeführt. Zusätzlich zu den Bonituren der Biomasse, Deckung und Pflanzenzahlen wurde der Chlorophyllgehalte sowie die Bestandeshöhe gemessen.

Auf Grund der Trockenheit ab dem Zeitpunkt der Blüte, mussten die Bestände verhältnismäßig früh geerntet werden. In Manternach ist die Pflanze in die Notreife gegangen und einige der Hülsen aufgeplatzt. Daher wurde dort bereits am 24. August gedroschen. Die Standorte Hostert und Bettendorf folgten und die Ernte wurde am 17. September mit dem Standort Sprinkange abgeschlossen. Der Parzellenmähdrescher der Ackerbauschule hat die jeweiligen Ernteparzellen herausgedroschen und das restliche Erntegut wurde von den Mähdreschern des jeweiligen

Landwirtes oder im Lohn durchgeführt (s. Abbildung 7). Zur Ernte wurden neben der Ertragsstruktur verschiedene Ernteparameter erhoben (s. Tabelle 1) und eine Teilprobe zur Bestimmung des Proteingehaltes ins Labor der ASTA versendet.

Abbildung 7: Ernte der Sojabohnen mit dem Parzellenmähdrescher (links und Mitte) und dem Mähdrescher des Landwirtes Marc Emering in Sprinkange (rechts, Foto von Nikos Zompolas).

3. Projektverlauf

3.1 Projektstatus und durchgeführte Maßnahmen

Zum Projektstart wurde das LeguTec-Logo sowie ein erstes Roll-UP durch den Projektpartner Wolff-Weyland S.A. entworfen. Die praktische Durchführung der Versuche, die Ausarbeitung der Bonituren und die des Versuchsplans erfolgten in Absprache mit Experten u.a. des *Forschungsinstituts für Biologischen Landbau Schweiz (FIBL)* und des Fachbereiches für Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel. Expertenmeinung wurden ebenfalls auf der Sojatagung in Rastatt eingeholt, die am 06. und 07.12.2017 stattgefunden hat. Diese wurde zudem als Anlaufpunkt des IBLA genutzt, um sich auf dem Themenfeld Soja weiterzubilden und einen Einblick in aktuelle und ähnliche Soja-Projekte zu gewinnen. Meinungsaustausch und Ratschläge zu dem Projektdesign ermöglichte mit Experten in Kontakt zu kommen und ein Netzwerk aufzubauen. Hieraus resultiert ebenfalls die Mitgliedschaft des IBLA im Deutschen Sojaförderring e.V..

Nachdem ein Großteil der Versuchsvorbereitung und -planung zum Ende des Jahres 2017 und Anfang 2018 durchgeführt wurde, konnte mit dem intern veranstalteten Kick-off-Meeting der einzelnen Partner das Projekt LeguTec starten. Zu dem Kick-off-Meeting am 16.02.2018 erschienen neben Vertretern der Partner Geocoptix GmbH, Wolff-Weyland S.A., des LTA und IBLA auch die in das Projekt involvierten Landwirte um gemeinsame Absprachen, Feinabstimmungen und Klärung der Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten zu erörtern. Weiterhin stand auf der Agenda die Signatur des „Contrat d'étude“ durch die Projektpartner sowie die Signatur der Vereinbarung zwischen Partnerlandwirten und IBLA.

Folgendes Informationsmaterial und Werbemaßnahmen wurden anschließend bis zu dem jetzigen Zeitpunkt für das Projekt erstellt:

- ein Projekt-Faltblatt (s. Anhang 1),
- eigens auf das Projekt entworfene Knabber-Soja als Giveaway (s. Anhang 2),
- ein Poster mit Kurzbeschreibung über das Projekt (s. Anhang 3),
- Informations-Schilder an jedem der Versuchsfelder, da diese leicht zugänglich bzw. an Fahrradewegen gelegen sind.

Der Artikel „Soja made in Luxembourg“ erschien am 12.01.2018 in der Rubrik Kloertext des Letzebuerger Journal (s. Anhang 4). Das Projekt wurde im Rahmen eines Kolloquiums an der Universität Kassel, im Fachbereich Ökologischer Landbau in Witzenhausen am 19.02.2018 Experten vorgestellt. Aus der anschließenden Diskussion wurden praktische Anregungen zum Versuchsdesign gewonnen. Im Rahmen des Leguminosentags am 02.03.2018 in Ettelbrück,

organisiert durch das IBLA, wurde das Projekt erstmals in einem Vortrag der Öffentlichkeit präsentiert.

Am 08.06.2018 veranstaltete das IBLA zusammen mit den LeguTec-Projektpartnern eine Offizielle Feldbegehung auf der LeguTec-Versuchsfläche des Bio-Betriebes Mehlen in Manternach. Ein großes Publikum von mehr als 200 Besuchern, darunter auch Ihre Königliche Hoheit die Erbgroßherzogin, sowie der Minister für Landwirtschaft Herr Fernand Etgen, der Präsident der Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte Herr Pierre Bley, sowie eine Vielzahl an Landwirten und weiteren Interessierten konnten sich über das Projekt informieren und den Status der Regulierungsmaßnahmen begutachten. Das Publikum wurde an verschiedenen Stationen vorbei geleitet und durch die Projektpartner über die Projektdetails informiert. Die Schüler der Ackerbauschule wurden mit in die Feldbegehung einbezogen und präsentierten den Versuchsstandort Bettendorf (s. Abbildung 8). Mit dieser Veranstaltung ist LeguTec auf großes öffentliches Interesse gestoßen. Eine Vielzahl an Artikeln in regionalen Zeitschriften (Allianz, Alcovit), Radiobeiträgen (u.a. RTL und radio100,7) und ein TV- Beitrag auf RTL bestätigen dies (s. Anhang 5).

Abbildung 8: Offizielle Feldbegehung auf dem Versuchsstandort Bio-Betrieb Mehlen.

Weiterhin stand das Projekt auf dem IBLA-Stand der *Foire Agricole Ettelbrück* im Mittelpunkt. Mit einer Ausstellung der im Projekt eingesetzten Hacktechnik, Poster-Informationsmaterialien sowie der Vorführung der Drohnen durch Geocoptix GmbH konnten sich die Besucher

informieren. Als besonderen Gast konnten wir Ihre Hoheit der Großherzog auf dem IBLA Stand begrüßen, wo er sich über das LeguTec Projekt informierte. Ein Kinderatelier, zu dem sich verschiedene Schulklassen anmelden konnten, vermittelte spielerisch Wissen rund um das Huhn und verknüpfte dessen Fütterung mit der Sojabohne und somit mit dem Projekt LeguTec.

Der Fotograf Nikos Zompolas hat sich das Projekt LeguTec für einen Wettbewerb des Vereins E*tika* ausgesucht und während der Vegetationsperiode das IBLA Team bei den Bonituren und Arbeiten auf den drei Versuchsflächen begleitet. Die in Anhang 6 dargestellten Fotos sind erste Resultate seiner Arbeit. Eine Postkarte von E*tika* mit einer Kurzinformation über das Projekt sowie ein Bild während der Bonitur in Hostert ist das Ergebnis dieses Wettbewerbs (s. Anhang 7).

Im Rahmen einer Feldbegehung zum Bio-Sojaanbau in der Wallonie, Belgien am 21. September in Nalinnes, fand ein Erfahrungsaustausch mit den dortigen Spezialisten (forfarmes, SCAR, BioWallonie, Wallonie recherche CRA-W und Province de Liège Agriculture) statt.

Auf der « Semaine de la machine agricole », welche durch den Projektpartner Wolff-Weyland S.A. veranstaltet wurde (18.10.-22.10.2018), hat sich LeguTec mit einem Infostand der Öffentlichkeit präsentiert und auch hier erste Resultate gezeigt.

Am 08. Februar 2019 fand der diesjährige Leguminosentag, organisiert durch das IBLA, in Ettelbrück statt. Ganz im Fokus des Sojaanbaus informierten sich über 100 interessierte Teilnehmer über die Möglichkeit des Kultivierens von Soja in Luxemburg. Erste Ergebnisse im Projekt LeguTec wurden zusammen mit den Projektpartnern Geocoptix GmbH und Schüler der Ackerbauschule vorgestellt.

3.2 Konferenzteilnahmen und bisherige Veröffentlichungen

Die ersten Resultate wurden am 17. und 18. Oktober 2018 auf der Leguminosen-Konferenz „*2e Rencontres Francophones sur les Légumineuses*“ in Toulouse in Form einer Posterpräsentation vorgestellt. Weitere Ergebnisvorstellungen erfolgten auf der Soja-Tagung 2018, welche am 23.-24. Oktober in Würzburg, Deutschland stattfand, und auf der internationalen Tagung ICOAS 2018 (6th International Conference on Organic Agriculture Sciences) vom 7.-8. November 2018 in Eisenstadt, Österreich (vgl. Anhang 8). Auf beiden Veranstaltungen wurden ebenfalls erste Ergebnisse in Form eines Posters vorgestellt. Aus den genannten Teilnahmen an internationalen Konferenzen und Tagungen sind die ersten Veröffentlichungen mit einhergegangen, welche wie folgt gelistet sind:

Leimbrock, L.; Rock, G.; Diederich, R.; Krier, R.; Reiland, G; Stoll, E.; Zimmer, S. (2018): LeguTec – Mechanical weed control in soybean cultivation in Luxembourg. ICOAS, 7.-8. November 2018, Eisenstadt, Austria. Book of Abstracts, p. 80.

Leimbrock, L.; Altmann, G.; Rock, G.; Diederich, R.; Krier, R.; Reiland, G; Stoll, E.; Zimmer, S. (2018): Désherbage mécanique dans la culture du soja bio au Luxembourg. RFL2, 17.-18. Oktober 2018, Toulouse, France. Livre des Résumés, p. 215.

Im kommenden Monat März wird eine weitere Posterpräsentation auf der 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Kassel erfolgen.

3.3 Erste Resultate

Die Saison 2018 bot für den Sojaanbau zunächst ideale Bedingungen. Durch einen warmen Frühling war die Saat relativ früh bereits Ende April möglich. Wüchsiges Wetter war bis hin zur Blüte gegeben, sodass sich die Pflanzen gut entwickeln konnten. Ab der Blüte folgten ungünstige Bedingungen mit heißen Temperaturen und viel zu geringe Niederschläge bis hin zur Ernte. Abbildung 9 zeigt den Temperaturverlauf für die Messstation Reckange in der Nähe des Versuchsstandortes Sprinkange und den geringen Niederschlag in den Monaten Juli und August.

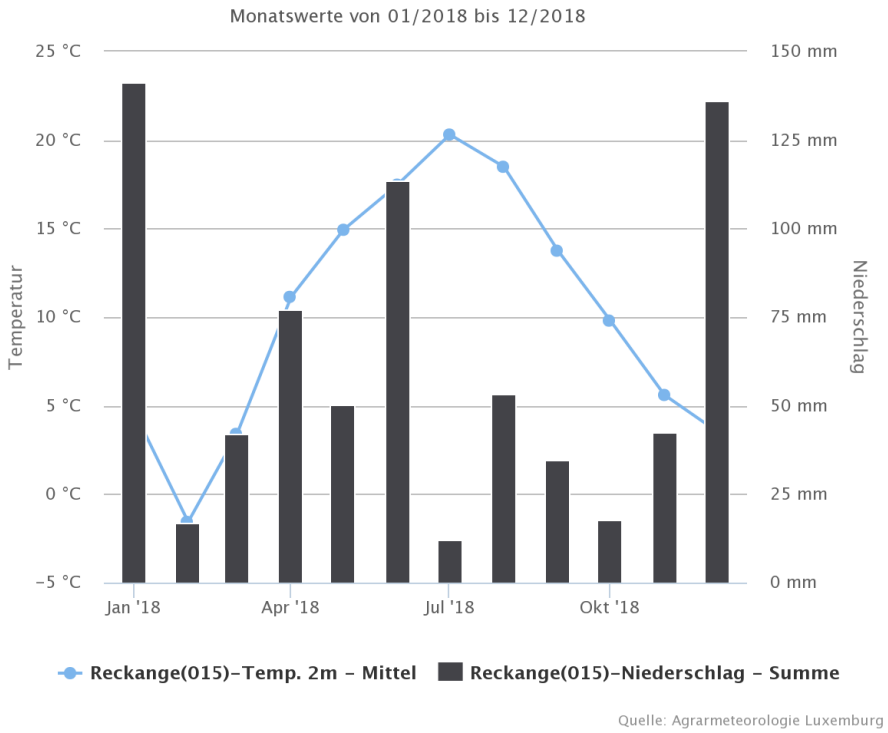


Abbildung 9: Temperatur- und Niederschlagsverlauf für den Versuchsstandort Sprinkange in 2018 (agrimeteo.lu).

Auf dem Versuchsstandort Manternach gingen die Pflanzen auf Grund der Trockenheit in die Notreife. 15 % der Hülsen waren zur Ernte aufgeplatzt, was sich auch im Ertrag wiederspiegelt.

3.3.1 Ertrag, Beikrautbiomasse und Proteingehalte

Auf dem Versuchsstandort Sprinkange weist unter den Regulierungsvarianten die Kombinationsvarianten den höchsten Ertrag mit 14,1 dt/ha auf. Der niedrigste Ertrag ist in den Striegelvariante mit 10,3 dt/ha. Die beiden Varianten unterscheiden sich signifikant in ihren Erträgen. Die positive Kontrolle liegt bei einem Ertrag von 16,2 dt/ha und die negative Kontrolle bei 12,7 dt/ha. Der Versuchsstandort Hostert zeigt die geringsten Erträge mit jeweils 7,5 dt/ha in der Striegel- und Gemengevariante. Die Kombinationsvariante erzielt mit nur 10,4 dt/ha den höchsten Ertrag unter den Regulierungsvarianten. Allerdings sind die Unterschiede statistisch

nicht signifikant. Die positive Kontrolle liegt bei einem Ertrag von 15,5 dt/ha und die negative Kontrolle bei 6,7 dt/ha. In Manternach ist der höchste Ertrag mit 14,8 dt/ha in der Variante Hacke und Fingerhacke und der niedrigste unter dem Striegeleinsatz geerntet wurden, wobei sich die Varianten nicht signifikant voneinander unterscheiden. Hier liegen die positive Kontrolle bei 13,6 dt/ha und die negative bei 11,8 dt/ha im Ertrag (s. Abbildung 10 und Abbildung 11).

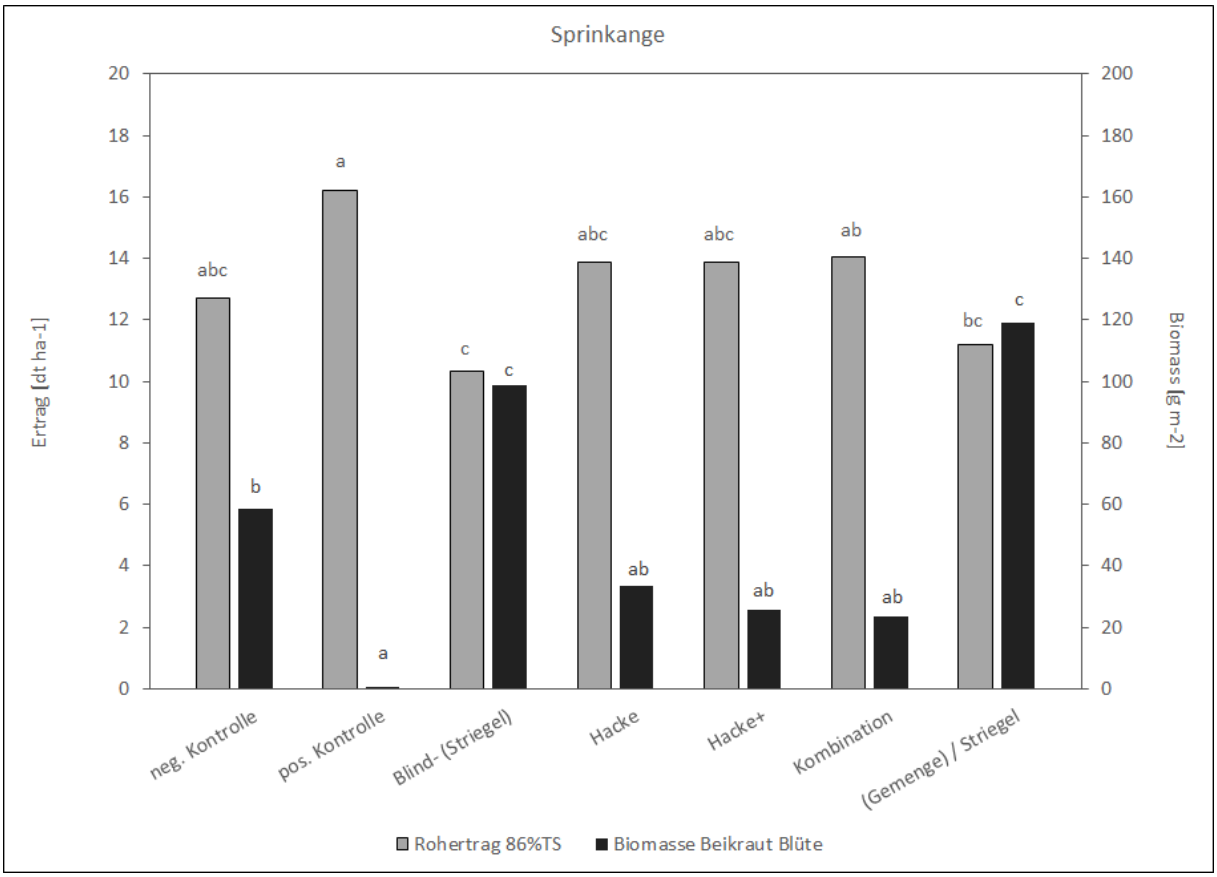
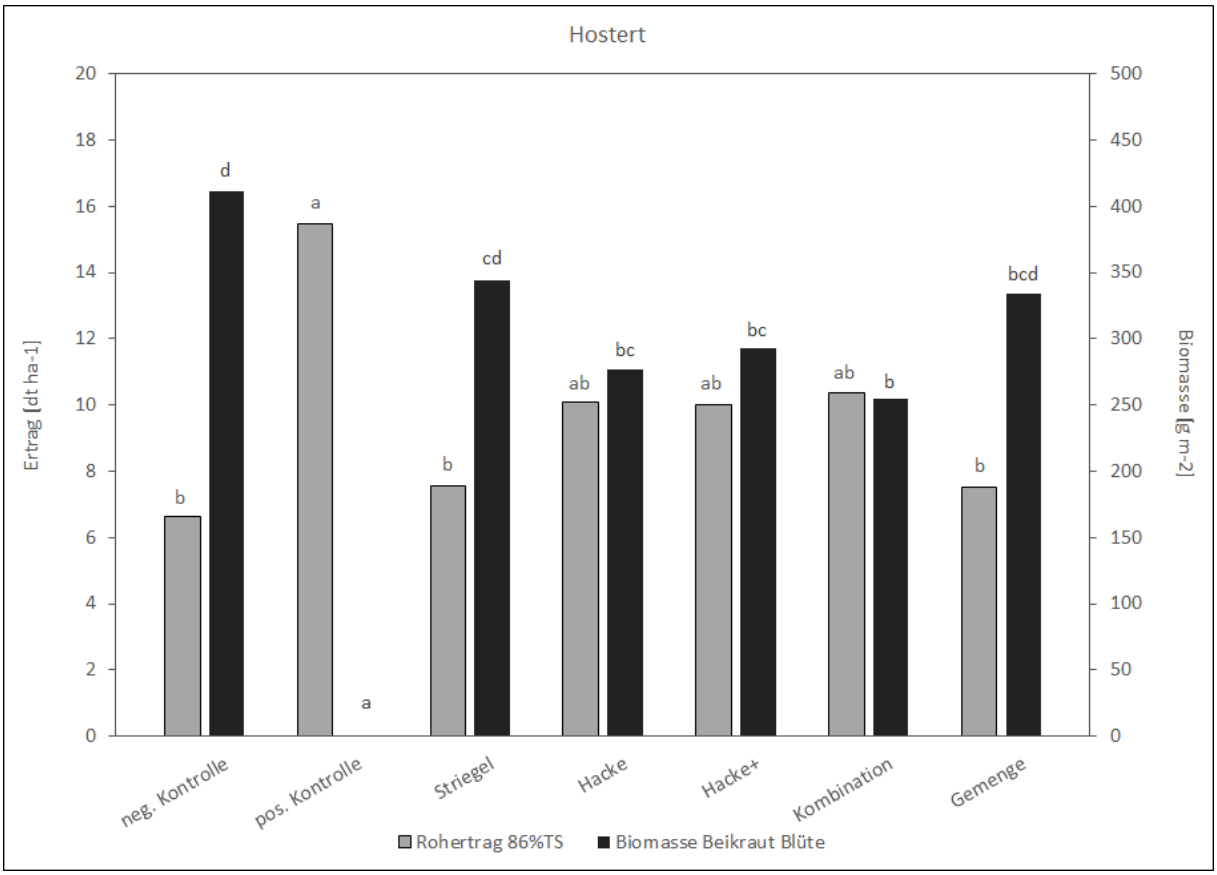


Abbildung 10: Ertrag [dt ha-^{1}] und Biomasse des Beikrauts zur Blüte [g m-2] des Standortes Sprinkange in Abhängigkeit der verschiedenen Beikrautregulierungsvarianten; Erträge (n=4), Biomasse (n=12); unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschied.



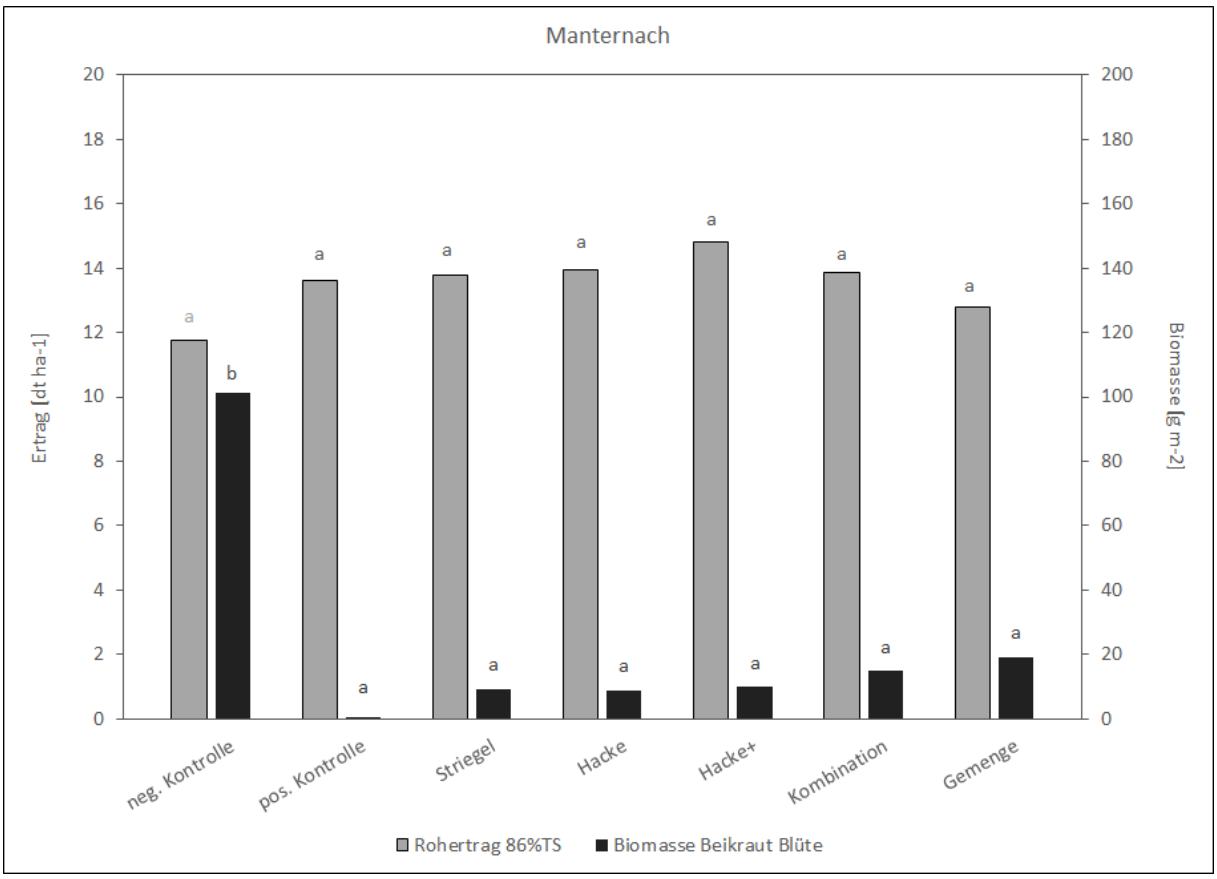


Abbildung 11: Ertrag [dt ha^{-1}] und Biomasse des Beikrauts zur Blüte [g m^{-2}] der Standorte Sprinkange und Manternach in Abhängigkeit der verschiedenen Beikrautregulierungsvarianten; Erträge (n=4), Biomasse (n=12); unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (ANOVA, TukeyHSD, p<0,05).

Die Biomasse des Beikrauts zur Blüte ist in Sprinkange in der Kombinationsvariante mit 23,6 g/m² am geringsten und mit 119,1 g/m² in der Striegel-(Gemenge)variante am höchsten. Auch die Striegelvariante, in welcher nur Blindgestriegelt wurde, weißt eine signifikant höhere Biomasse auf als die negative Kontrolle. Die Hackvarianten unterscheiden sich alle signifikant von der Blindstriegel und Striegel-(Gemenge)variante. Die Hostert zeigt deutlich höhere Biomassen auf. Mit 254 g/m² ist hier in der Kombinationsvariante die niedrigste und mit 344,1 g/m² in der Striegelvariante die höchste Biomasse zu finden. Auch hier zeigen die Striegel- und Kombinationsvariante signifikante Unterschiede auf. Manternach zeigt wie bereits beim Ertrag keine signifikanten Unterschiede in der Biomasse innerhalb der einzelnen Varianten.

Rohertrag und Beikrautbiomasse zur Blüte zeigen signifikante Korrelation (Pearson-Korrelation, $p<0.05$) mit $r = -0,72$ (Sprinkange) und $r = -0,86$ (Hostert). Für den Standort Manternach zeigt sich jedoch keine signifikante Korrelation zwischen den beiden Parametern.

Die Entwicklung der Beikrautbiomasse ist in Abbildung 12 exemplarisch für den Standort Hostert aufgezeigt. Nach dem Feldaufgang zeigen die Regulierungsmethoden noch keine signifikanten Unterschiede. Allerdings ist hier schon zu erkennen, dass der Beikautdruck in Hostert von Beginn an hoch ist. Zur Blüte, wie bereits oben beschrieben, unterscheiden sich die Kombinations- und Striegelvariante signifikant voneinander, zugunsten der Kombinationsvariante und zum Zeitpunkt der Ernte sind die Biomassen in den Varianten gleich hoch. Alleinig die negative Kontrolle unterscheidet sich signifikant.

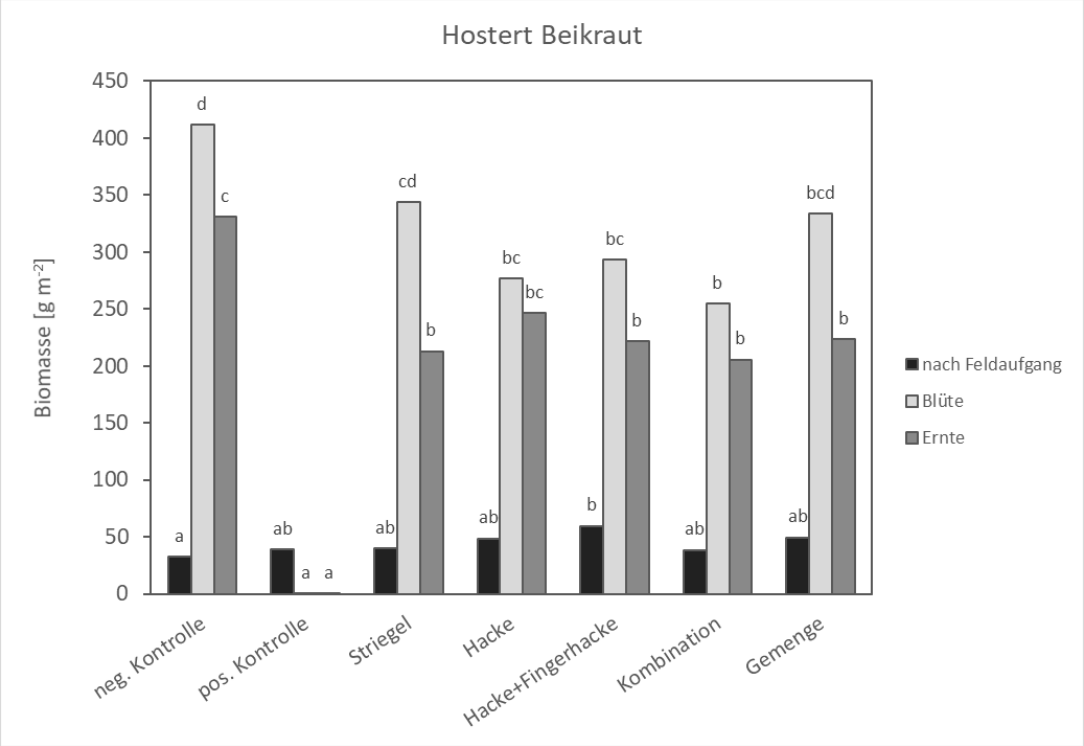


Abbildung 12: Entwicklung der Biomasse des Beikrauts [g m⁻²] von dem Zeitpunkt nach dem Feldaufgang, zur Blüte und zur Ernte (n=12); unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (ANOVA, TukeyHSD, p<0,05).

Die Rohproteingehalte in den Sojabohnen sind in Tabelle 4 dargestellt. Hier zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Während die Proteingehalte in Manternach bis 40 % in den Hackvarianten und in Hostert bis 39 % reichen, wurden in Sprinkange lediglich maximale Proteingehalt von 32 % in der Striegelvariante analysiert.

Tabelle 4. Rohproteingehalte in % in den unterschiedlichen Varianten. Die Analysen wurden im Labor der ASTA durchgeführt. Auf allen drei Standorten sind keine signifikanten Unterscheide (gleiche Buchstaben) zwischen den Varianten zu finden (ANOVA, TukeyHSD, p<0,05).

	Rohproteingehalt [%]		
Variante	Manternach	Sprinkange	Hostert
neg. Kontrolle	39.48 a	31.27 a	38.45 a
pos. Kontrolle	38.88 a	30.85 a	37.79 a
Striegel	39.76 a	32.96 a	38.56 a
Hacke	39.70 a	30.36 a	39.15 a
Hacke + Fingerhacke	40.36 a	29.55 a	38.33 a
Kombination	40.49 a	28.25 a	39.68 a
Gemenge	39.20 a	31.05 a	38.43 a

In Bezug auf die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen und die Pflanzenverluste nach den Regulierungsmaßnahmen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auf den einzelnen Versuchsstandorten.

3.3.2 Unbemannte Luftbilderhebung

Die ersten Resultate der unbemannten Luftbilderhebung bestehen in der Erstellung von sogenannten Orthomosaiken (verzerrungsfreie Luftbildkarten, s. Abbildung 13). Für jeden der Standorte wurden für jeden Überflugtermin die Rohdaten radiometrisch aufbereitet (Abbildung 15) und zur Orthomosaiken weiterverarbeitet (Abbildung 14). Erste Level-2 Produkte bestehen in einer Teilflächenspezifischen Schätzung der Biomasse.

Abbildung 13: Orthomosaike als Übersichtsbilder der 3 Standorte. Links: Manternach, Rechts oben: Hostert, Rechts unten: Sprinkange

Abbildung 14: Detailaufnahme des Versuchsfeldes inkl. des Referenz-Graukeils zur Radiometrischen Korrektur der Daten.

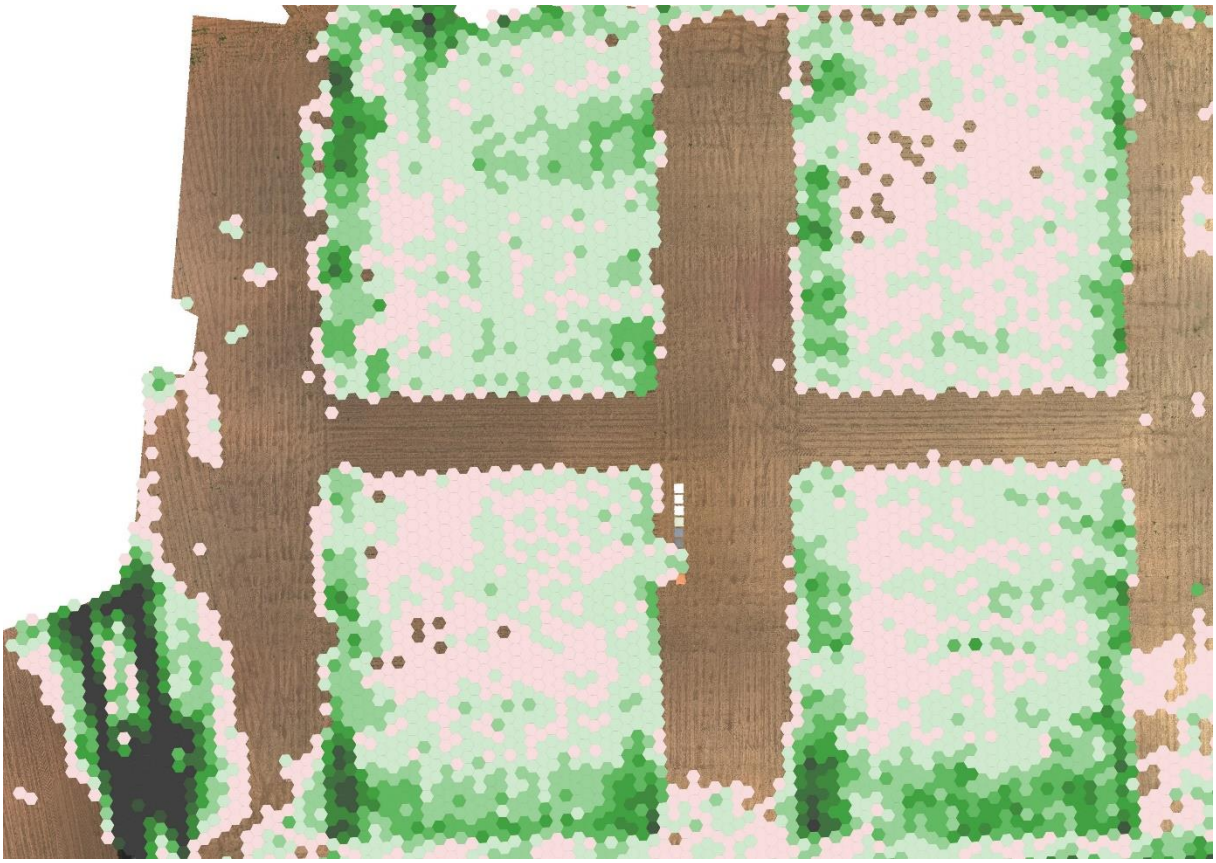


Abbildung 15: Biomasseschätzung als erstes Level-2-Produkt. Beispielhaft dargestellt am Standort Manternach

3.3.3 Diskussion

Die Versuchsstandorte Sprinkange und Hostert zeigen signifikant höhere Erträge und weniger Beikraut nach dem Blindstriegeln mit anschließendem Hackeinsatz von Scharhacke und Fingerhacken (Kombinationsvariante) als in der Striegelvariante. Dies war auch bereits visuell nach den ersten Durchgängen sichtbar. Auf dem Standort in Manternach war der Beikrautdruck von Beginn an gering, sodass eine gute Regulierung in allen Varianten möglich war. Auch der Striegel hat hier gut gearbeitet. Auf der von zu Beginn an mit viel Beikraut besetzten Fläche in Hostert zeigt sich eine Tendenz in der Regulierung zu Gunsten der Hacke. Allerdings zeigte sich hier deutlich, dass es nicht ausreichend ist, die geeignete Maßnahme zur Beikrautregulierung anzuwenden, sondern dass ein gutes kontinuierliches Management der Anbauflächen in Bezug auf Fruchtfolge und Beikrautdruck essentiell sind.

Durch die verspätete zweite Saat in Sprinkange gab es in der Entwicklung der Sojapflanzen Defizite. Eine Beikrautregulierung war hier erst verspätet möglich, da der schwere Boden es nicht früher zugelassen hat. Gestriegelt wurde daher nur in der Mischkultur mit Leindotter um diesen nach der Saat einzuarbeiten. Allerdings hat hier der Striegeldurchgang zu einer weiteren Anregung des Wachstums der Beikräuter geführt, was im Vergleich zur negativen Kontrolle

sichtbar wird. In der Striegelvariante wurde bewusst auf ein Striegeln verzichtet, da schon sichtbar war, dass dies unter den gegebenen Standortbedingungen nur weitere Beikräuter anregen würde. Da hier nur blindgestriegelt wurde und zum Zeitpunkt der Blüte die Beikrautbiomasse signifikant höher ist als in der negativen Kontrolle, zeigt sich die entgegengesetzte Wirkung, dass das Blind-Striegeln auch hier schon das Beikrautwachstum angeregt hat. Die im Vergleich zu den anderen Standorten niedrigen Proteingehalte in Sprinkange könnten zum einen ein Zeichen des Entwicklungsrücksandes auf Grund der Trockenheit sein und auf die dadurch verminderte Aktivität der Knöllchenbakterien deuten oder auch ein Zeichen der vorangegangene Verschlämmung und die verminderte Versorgung von Sauerstoff für die Pflanze und Bakterien. Allerdings kann es auch sein, dass das vorgeimpfte Saatgut alleine, denn bei der zweiten Saat wurde nicht nochmal geimpft, nicht die Impfintensität hatte wie mit einer zusätzlichen Impfung. Ein Hinweis dafür wären auch die nicht signifikanten Unterscheide im Ertrag in der negativen Kontrolle zu den übrigen Varianten. Dies zeigt darauf hin, dass auch das vorgeimpfte Saatgut zusätzlich mit Impfmittel versehen werde sollte, um sicher zu gehen, dass sich die Knöllchenbakterien in ausreichendem Maße bilden können und somit der Stickstoff in die Pflanze eingelagert werden kann. Dies zeigen auch Versuche zu Fix-Fertig geimpften Saatgut durch die Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft LfL (Aigner, 2014).

Da der Leindotter erst später im Stadium des ersten Labblattes zu der Soja gesät wird, konnte er in Hoster auf Grund des hohen Beikrautdrucks und in Sprinkange, auf Grund der folgenden Trockenheit, nicht auflaufen. Lediglich in Manternach hat er durch ein Niederschlagsereignis kurz nach der Saat die Möglichkeit gehabt aufzulaufen. Ob die Mischvariante mit Leindotter ein zukünftiges Konzept für den Luxemburger Sojaanbau sein kann, muss sich im nächsten Versuchsjahr zeigen.

Die Trockenheit im Anschluss zur Blüte hat auf allen Standorten zu Ertragseinbußen geführt. Die aufgeplatzten Hülsen in Manternach waren ein deutliches Zeichen, dass hier die Soja in die Notreif gehen musste. Eine frühzeigte Ernte war daher notwendig.

Zusammenfassend kann nach den ersten Erkenntnissen gesagt werden, dass die Erträge tendenziell in den Hackvarianten höher sind als in den vergleichenden Striegelvarianten und somit der Regulierungserfolg dort höher ist. Weitere Datenauswertungen sind jedoch nötig um alle Parameter, von der Ertragsstruktur über die Biomasse der Soja und den Chlorophyllgehalt und die Verteilung der Beikrautarten in Zusammenhang zu bringen und detailliertere und gewissenhaftere Aussagen machen zu können.

4. Perspektive und Zwischenfazit

In Bezug auf das nächste Projektjahr wurden bereits Versuchsflächen ausgesucht und die Landwirte werden bei der Vorbereitung der Fläche begleitet. Anschließend an das Grubbern der zukünftigen Fläche, erfolgte die Einsaat von Phacelia bzw. Hafer als Zwischenfrucht. Die Versuchsstandorte werden nun im Frühjahr vorbereitet. Die Saat für das Jahr 2019 wird geplant und in direkter Absprache mit Geocoptix GmbH werden die Versuche angelegt.

Eine weitere Kommunikation der ersten Ergebnisse wird in Form einer Posterpräsentation auf der 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Kassel erfolgen. Der weitere Projektzeitplan ist in Abbildung 17 dargestellt.

Die gute Zusammenarbeit unter den Projektpartnern und besonders mit den involvierten Landwirten ermöglicht einen praxisnahen Versuchsablauf. Flexible Planungen und spontane, wetterbedingte Einsätze haben problemlos im ersten Versuchsjahr funktioniert. Das große Interesse seitens der Öffentlichkeit und den Landwirten zeigt die Aktualität des Projektes auf und bestätigt die Durchführung des Projektes an der Kultur der Sojabohne.

Das durch das Projekt LeguTec gestiegene Interesse im regionalen Sojaanbau veranlasste Bio-OVO ein neues Projekt ins Leben zu rufen. BIO-OVO hat es sich zum Ziel gesetzt seine Eiweiß-Autarkie zu erhöhen indem der Sojaanteil in den Futterrationen vermehrt aus regionaler Herkunft stammen soll. Gemeinsam mit den Projektpartnern IBLA, SCAR Scrl, Wolff-Weyland SA, dem Lycée Technique Agricole (LTA) und Piet van Luijk Sàrl. wurde ein schlüssiges Konzept für die nationale Soja-Produktion ausgearbeitet: Von der Begleitung und Beratung der Saat, mechanischen Beikrautregulierung (erforderliche Technik) über die Ernte bis hin zur Reinigung, Trocknung, Lagerung, Aufbereitung und Weiterverarbeitung in den Futterrationen für die BIO-OVO Legehennen (s. Abbildung 16).

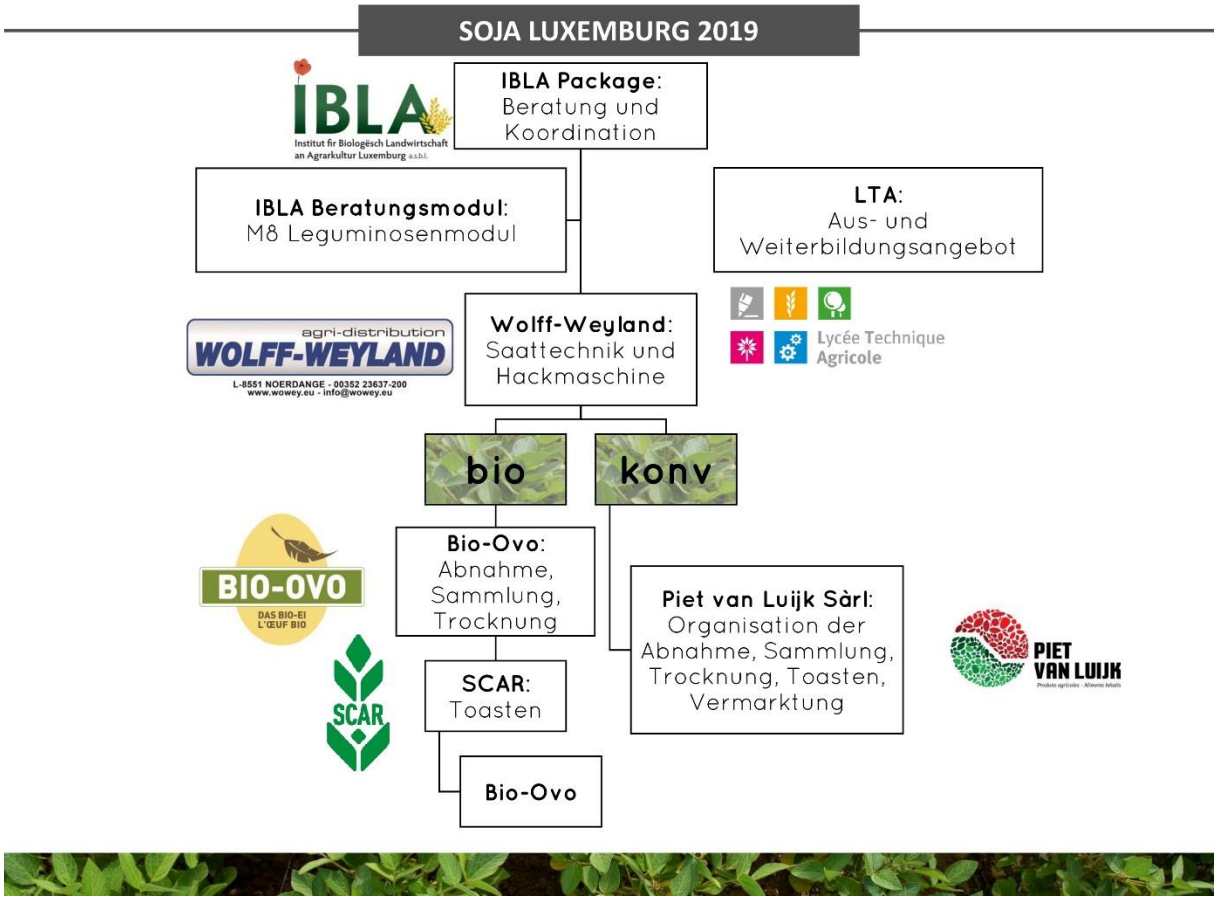


Abbildung 16: Übersicht über das neue Projekt von Bio-OVO, welches aus dem gestiegenen öffentlichen Interesse im Rahmen von LeguTec entwickelt wurde.

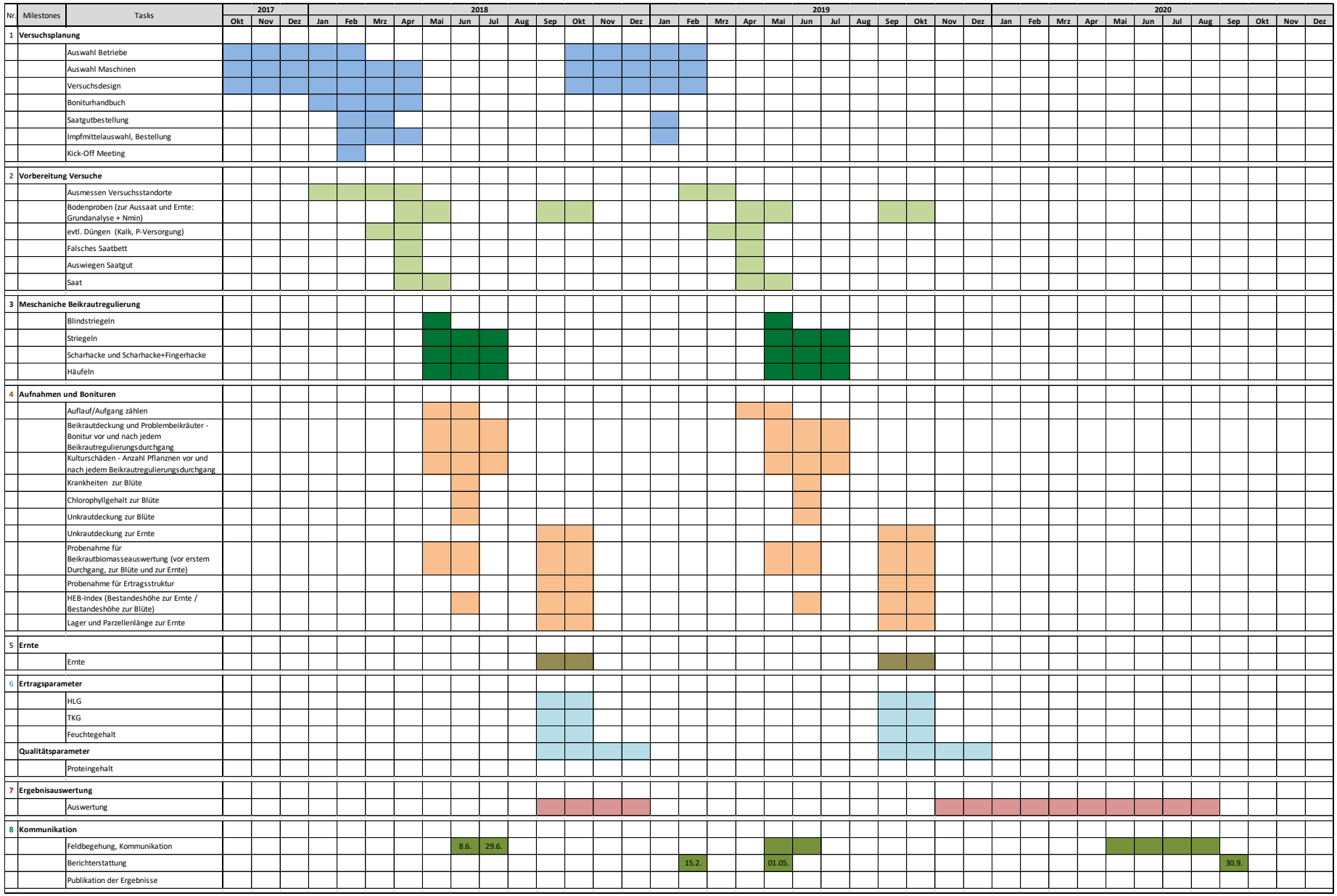


Abbildung 17: Projektzeitplan LeguTec.

Literatur

Aigner, A. (2014): Geimpft ins Leben. In BLW 9, 2014. URL: https://www.lfl.bayern.de /mam/cms07/schwerpunkte/dateien/geimpft-ins-leben_blw_heft_9-2014_seite_40-42.pdf (letzter Aufruf 19.01.2019), S. 40-42.

Bernet B., Recknagel J., Asam L., Messmer M. (2016) Biosoja aus Europa. FIBL Dossier 5.

Beste A., Boeddinghaus R. (2011) Artenvielfalt statt Sojawahn. Martin Häusling MDEP 33.

European Soya Declaration (2017) Common Declaration of Austria, Croatia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Luxemburg, the Netherlands, Poland, Romania, Slovakia and Slovenia. European Soya Declaration: Enhancing soya and other legumes cultivation. Available at: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Pflanze/SojaErklaerung.pdf?__blob=publicationFile [Accessed 10 June 2018].

Hahn V., Miedaner T. (2013) Sojaanbau in der EU: Lohnender Anbau ohne GVO. DLG-Verlag.

Köpke U., Nemecek T. (2010) Ecological services of faba bean. Field Crops Res 115:217–233. doi:10.1016/j.fcr.2009.10.012

Nemecek T., von Richthofen J.-S., Dubois G., Casta P., Chalres R., Pahl, H. (2008) Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. Eur J Agron 28:380–393. doi:10.1016/j.eja.2007.11.004

Recknagel, J., Imgraben, H. (2018) Anbauanleitung für Sojabohnen 2018. Regierungspräsidium Freiburg und Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg. URL: http://www.ltz-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Kulturpflanzen/Sojabohne (letzter Aufruf 09.08.2018).

Munger, P., Bleiholder, H., Hack, H., Hess, M., Strauss, R., Van den Boom, T. and Weber, E. (1997) Phenological Growth Stages of the Soybean Plant (Glycine max (L.) MERR.) – Codification and Description according to the General BBCH Scale – with Figures. Journal of Agronomy and Crop Science179, 209 - 217.

Zimmer, S., Liebe, U., Didier, J.-P., Heß, J. (2016) Luxembourgish farmers' lack of information about grain legume cultivation. Agron. Sustain. Dev. 36. doi:10.1007/s13593-015-0339-5.

Anhang

Anhang 1: LeguTec Faltblatt.

Anhang 2: Knabber-Soja LeguTec.

Anhang 3: Poster LeguTec in den Formaten A0 und A4.

KLOERTEXT - SOJA MADE IN LUXEMBURG

LAURA LEIMBROCK
Forschung und Entwicklung,
„Institut fir biologesch Landwirtschaft
an Agrarkultur a.s.b.l." (IBLA)

Landwirtschaft von Importen unabhängiger machen

In der Ernährung unserer Nutztiere spielen Eiweiß liefernde Futtermittel eine wichtige Rolle. Der klassische Eiweißträger ist die Sojabohne, welche als Sojaschrot Schweinen, Geflügel und Rindern gefüttert wird. Der Bedarf an Futtersoja ist jedoch in unseren Regionen weitaus höher als das Angebot. Daher ist Europa abhängig von Importen aus überwiegend Nord- und Südamerika, welche ökologische und soziale Probleme mit sich bringen: Gentechnisch verändertes Soja, Monokulturen mit hohem Pestizideinsatz, Abholzung von Regenwäldern und Landverdrängung. Eine Frage beschäftigt unsere Landwirte und Konsumenten daher seit einigen Jahren: Gibt es Möglichkeiten, sich von diesen Importen unabhängiger zu machen, um eine regionale Wertschöpfungskette zu gewährleisten?

„Soja ist eine Wunderbohne! Mit einem Proteinanteil von etwa 40 Prozent und einer sehr hohen biologischen Wertigkeit ist sie eine wertvolle Körnerleguminose. Dank neuen Züchtungen wächst sie längst nicht mehr nur in wärmeoptimalen Lagen. Ihre Vielzahl an positiven Eigenschaften machen sie nicht nur als Eiweißlieferant für den Einsatz in der Landwirtschaft interessant. Der Anbau von Soja erweitert und lockert die Fruchtfolge, führt durch die Fähigkeit zur Stickstoff-Fixierung zu einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und zudem zu einer Einsparung von Stickstoffdünger. Das Kultivieren der Sojabohne ist jedoch anspruchsvoll, und neben der noch nicht gewährleisteten Weiterverarbeitung in Luxemburg gibt es vor allem Wissenslücken im effizienten, nachhaltigen Beikrautmanagement. Wie kann dieses Anbauhemmnis überwunden werden und regional stabile und ausreichende Erträge im Sojaanbau gewährleistet werden?

Mit dem dreijährig geförderten Projekt „LeguTec: Nachhaltige, ressourcenschonende Eiweißproduktion durch mechanische Herbizid freie Beikrautregulierungstechniken im Körnerleguminosenanbau, am Beispiel der Sojabohne" setzt das IBLA mit seinen Projektpartnern, dem Lycée Technique Agricole (LTA) Ettelbrück, Wolff-Weyland S.A. sowie Geocoptix UG, an dieser Frage an. In drei Bio-Betrieben in Luxemburg und anhand eines Schauversuches am LTA werden ab dem Frühjahr 2018 unterschiedliche mechanische Beikrautregulierungsmethoden im Sojaanbau getestet. Ergänzt werden die Untersuchungen durch Luftbildaufnahmen. Ziel des Projekts ist es, die bestmögliche mechanische Beikrautregulierungsmethode für den Sojaanbau ausfindig zu machen, eine nachhaltige und ressourcenschonende Eiweißproduktion in Luxemburg anzukurbeln und die Eiweißautarkie der Luxemburger Betriebe zu erhöhen. Finanziert wird das vielversprechende Projekt von der „Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte" und dem „Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs" und unterstützt durch Sponsoring von Wolff-Weyland S.A.

Die Eiweißversorgung werden wir nie vollständig selber decken können. Wir können aber neben einem verbesserten Grünlandmanagement und Feldfutterbau einen bedeutenden Beitrag zur Reduzierung der Eiweißlücke leisten. Die steigende Verwendung von heimischer Soja in Luxemburg kann die ökologischen und sozialen Probleme in den Exportländern mindern und gleichzeitig ökologische Vorteile für unsere Landwirtschaft bringen."

Weitere Infos unter www.ibla.lu

„Ein steigender Anbau von heimischer Soja in Luxemburg bringt Vorteile für unsere Landwirtschaft"

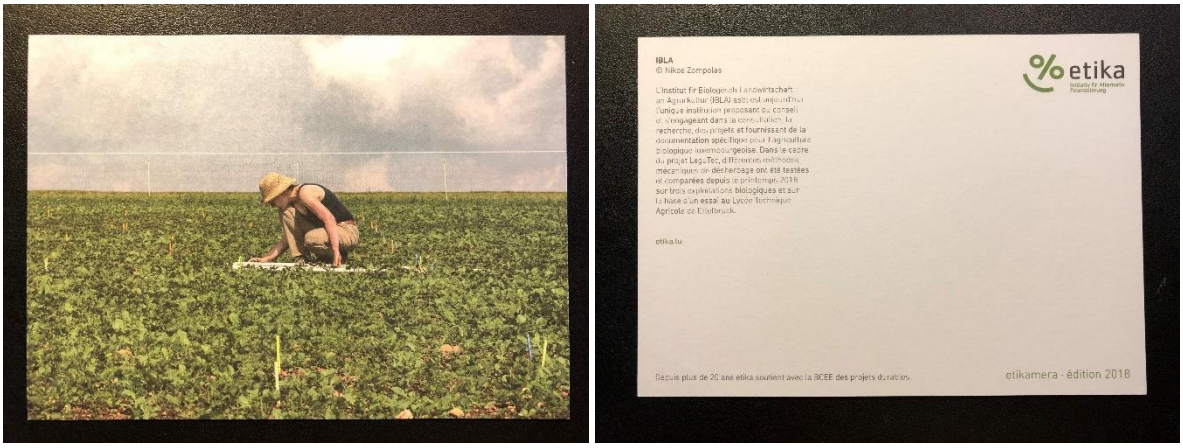
Anhang 4: Artikel über LeguTec im Letzebuerger Journal, 12.11.2018.

Institution	Titel des Beitrags	Link	Art	Datum
Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte	LeguTec- Soja made in Luxembourg	https://www.oeuvre.lu/legutec-soja-made-in-luxembourg/	Bericht	18.06.2018
100,7	Soja: eng Wonnerboun?	https://www.100komma7.lu/article/aktualiteit/soja-eng-wonnerboun	Radio-beitrag	12.06.2018 - 11:30
RTL	PISA- De Wëssensmagazin Am Replay: Modernen Akerbau Roboter um Feld, Soja-Comeback an zu Lëtzebuerg an e Rise-Gras aus Asien.	http://tele.rtl.lu/emissiounen/pisa-de-wessensmagazin/emissioun/1191951.html	TV-Beitrag	09.07.2018
Le Quotidien	Soja: vers une solution « Made in Luxembourg »	http://www.lequotidien.lu/a-la-une/soja-vers-une-solution-made-in-luxembourg/	Artikel	09.06.2018

Letzebuerger Journal	„Soja made in Luxembourg“	http://www.journal.lu/article/soja-made-in-luxembourg/	Artikel	08.06.2018
RTL	Invité vun der Redaktioun (8. Juni) Stéphanie Zimmer iwwer Soja aus Lëtzebuerg	http://radio.rtl.lu/emissiounen/den-invite-vun-der-rtl-redaktioun/1191467.html	Radio-beitrag	08.06.2018
RTL	VIDEO: Soja zu Lëtzebuerg	http://tele.rtl.lu/emissiounen/de-journal/3126987.html	TV-Beitrag	08.06.2018
Gouvernement.lu	Offiziell Feldbegehung a Virstellung vum Projet "LeguTec“ zu Manternach um Betrib Mehlen	https://gouvernement.lu/lb/actualites/toutes_actualites/articles/2018/06-juin/08-legutec.html	Beitrag	08.06.2018

Anhang 5: Liste der bisherigen medialen Beiträge über das Projekt LeguTec.

Anhang 6: Erste eingereichte Fotos des Fotografen Nikos Zompolas.



Anhang 7: Postkarte von etika über LeguTec. Fot von Nikos Zompolas als Resultat eines Wettbewerbs bei etika.

LEGUTEC: MECHANICAL WEED CONTROL IN SOYBEAN CULTIVATION IN LUXEMBOURG

Leimbrock L.[1], Rock G.[2], Altmann G.[1], Diederich R.[3], Krier R.[4], Reiland G.[4], Stoll E.[1], Zimmer S.[1]

[1]Institut fir biologesch Landwirtschaft an Agrarkultur Luxemburg (IBLA) a.s.b.l., 13, rue Gabriel Lippmann, L-5365 Munsbach, leimbrock@ibla.lu, www.ibla.lu
[2]Geocoptix GmbH, Max-Planck-Strße 6, D-54296 Trier, Germany, www.geocoptix.com
[3]Wolff-Weyland S.A., 14, Niederpallenerstrooss, L-8551 Noerdange, Luxembourg, www.wowey.eu
[4]Lycée technique agricole (LTA) Ettelbrück, 72, av. Salentiny, L-9080 Ettelbrück, Luxembourg, www.lta.lu

Introduction

Soybean (Glycine max (L.) Merr.) has a protein content of about 40 % and a very high biological value due to an optimal amino acid composition, making it one of the most important feed protein sources in animal nutrition (Bernet et al. 2016). Being one of the EU-states that signed the European Soya Declaration (2017), Luxembourg aims to promote the regional cultivation of soybeans and other protein crops due to the current dependency on imports from mainly North and South America (>60 %). However, the organic cultivation of soybean is demanding and there are above all knowledge gaps in efficient and sustainable mechanical weed control techniques (Zimmer et al., 2016).

Aim

The aim of the project is to investigate the efficiency of the selected mechanical applications, taking into account plant losses, crop and weed biomass and cover along the growing season as well as yield.

Material and methods

- **Design**: one-factorial-exact-trial with 4 replicates on three organic farms (see Fig. 1) spread over Luxembourg in 2018
- **Treatments**: five mechanical weed control methods in soybean cultivation plus control plots:
  t.1 Negative (no weed control) and **t.2** positive (manually) control plot
  t.3 harrow,
  t.4 interrow cultivator with duck foot shares,
  t.5 interrow cultivator with duck foot shares and finger weeder,
  t.6 a flexible system (treatment 3 and/or 5)
  t.7 mixed cropping: soybean and camelina in combination with harrow.
- **Pre-treatment**: blind harrowing in treatments 3, 6 and 7
- **Sowing**: variety Merlin, inoculant BIODOZ Soja, seeding rate 65 seeds/m2 seeding date end April-mid May, row distance 12,5 cm (harrow) and 37,5 cm (hoeing)
- **Assessments**: before and after each run, at flowering and at harvest
- **Dissemination**: on-farm field trial at agricultural school (LTA)

Results and discussion

- First results in yield and weed cover along vegetation period 2018 are presented in Figure 2.
- Manternach: high yields but no significant differences due to very low weed cover. Weed cover signficant higher in t.7 than in t.4 and t.5.
- Sprinkange: significant higher yield and lower weed cover in flexible system (t. 6) than in harrow treatment (t. 3).
- Hostert: very high weed pressure from beginning on: significant highest in t.7 and t.3; highest yield in t.6 and lowest in t.7 and t.3 but no significant differences.
- No significant differences in plant number after emergence and no significant differences in plant losses after treatments (not shown here).

Conclusion

- Yields in hoeing treatments higher than in harrowing treatments, but no significant differnce within hoeing treatments.
- Drought leads to low yields in Manternach: 15 % of pods were open at harvest.
- Hostert: low yields due to high weed pressure from the beginning on ↔ management decisive.
- Camelina germinated only in Manternach, earlier sowing necessary.
- Further results will complement the study.

	Manternach	Sprinkange	Hostert
altitude [m]	281	336	464
temp (°C)	9.8	9.7	9.1
precipation (mm)	617	681	921
sowing	23.04.2018	17.05.2018	24.04.2018
harvest	24.08.2018	17.09.2018	04.09.2018

Fig. 1: Characteristics and location of the study sites in Luxembourg. The three study sites Manternach, Sprinkange and Hostert are the three organic farms and the location Bettendorf is the experimental site of the agricultural school LTA.

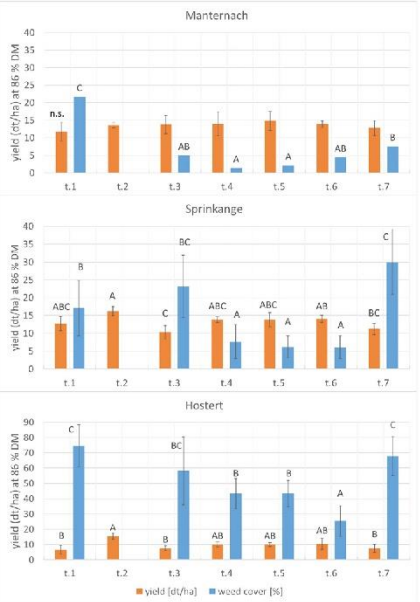


Fig. 2: Yield [dt/ha] and weed cover [%] at flowering of the three study sites as a function of the different treatments; yield (n=4), cover (n=12); different letters = significant differences (ANOVA, Tukey-test resp. Games-Howell-test, p<0.05).

Literatur

European Soya Declaration (2017) European Soya Declaration: Enhancing soya and other legumes cultivation. Available at: https://www.bmel.de. [Accessed 10 June 2018].

Zimmer S, Haase T, Piepho HP, Stoll E, Heidt H, Bohn T, Heß (2016a): Evaluation of grain legume cropping systems for animal fodder potential and impacts on subsequent wheat yield under less favourable soil condition in organic agriculture in Luxembourg. Journal für Kulturpflanzen, DOI: 10.5073/JFK.2016.06.02.

Acknowledgements

The project is funded by the Oeuvre Nationale de Secours Grande-Duchesse Charlotte and the Ministère del'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs and is carried out with the support of the King Baudouin Foundation and the National Lottery. It is supported by a sponsorship of Wolff-Weyland S.A. and Piet van Luijk Sàrl.. Thanks to the participating farmers and the technicians of the LTA:

GEOCOPTIX · Lycée Technique Agricole · WOLFF-WEYLAND · IBLA

institut fir biologesch Landwirtschaft an Agrarkultur Luxembourg

iBLA Luxemburg
13, rue Gabriel Lippmann
L - 5365 Munsbach

Tel. + 352 26 15 13 - 88
Email info@ibla.lu
www.ibla.lu

Anhang 8: Posterpräsentation auf der ICOAS2018.

Impressum

Herausgeber

Institut fir Biologësch Landwirtschaft an Agrarkultur Lëtzebuerg a.s.b.l.

13, rue Gabriel Lippmann

L-5365 Munsbach

Tel / 26 15 13 88

E-Mail / info@ibla.lu

www.ibla.lu

Autor / Laura Leimbrock-Rosch, Dr. Gilles Rock

IBLA Projektteam/ Laura Leimbrock-Rosch, Dr. Stéphanie Zimmer, Jemp Schweigen, Gilles Altmann, Evelyne Stoll, Dr. Sabine Keßler und die Praktikanten im Jahre 2018

Februar 2019